

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Oktober 2005 (06.10.2005)

PCT

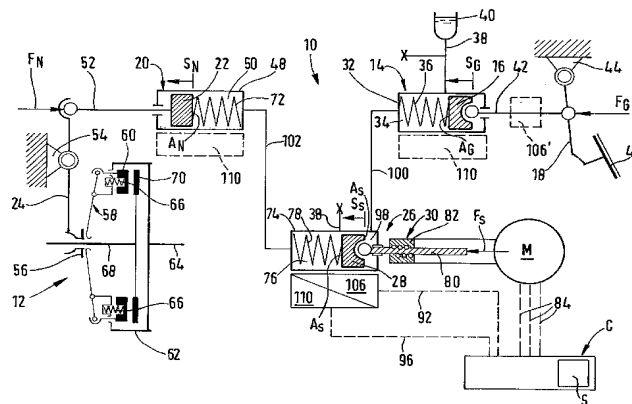
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/093277 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16D 48/06**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/003081
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2005 (23.03.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 015 185.7 24. März 2004 (24.03.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FTE AUTOMOTIVE GMBH & CO. KG** [DE/DE];
Andreas-Humann-Strasse 2, 96106 Ebern (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PORZEL, Rainer** [DE/DE]; Egerländer Strasse 10, 96106 Ebern (DE).
KADLAC, Otto [DE/DE]; Ritter Von Schmitt 24, 96106 Ebern (DE). **OBERLACK, Norbert** [DE/DE]; Troppauer Strasse 14, 91315 Höchstadt (DE). **PEUKER, Karl** [DE/DE]; Haydnstrasse 5, 96106 Ebern (DE). **ZSARI, Geza** [DE/DE]; Adam Riese Strasse 18, 96106 Ebern (DE).
- (74) Anwälte: **OPPERMANN, Mark** usw.; Oppermann & Oppermann, Am Wiesengrund 35, 63075 Offenbach (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AB, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HYDRAULIC ACTUATING DEVICE FOR AN AUTOMOTIVE FRICTION CLUTCH

(54) Bezeichnung: HYDRAULISCHE BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG FÜR EINE KRAFTFAHRZEUG-REIBKUPPLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a hydraulic actuating device (10) for an automotive friction clutch (12), which comprises a master cylinder (14) whose master piston (16) can be impinged upon with a master force (F_G) via an actuating mechanism (18) and can be displaced by a master travel (S_G), and a slave cylinder (20) with a slave piston (22) which is hydraulically connected in series to the master piston via a liquid column and is functionally linked with a clutch-release member (24) of the automotive friction clutch. According to the invention, the actuating device is provided with an adjusting unit (26) that comprises, in a variant of the invention, an adjusting piston (28). Said adjusting piston is hydraulically connected in series to the master piston and can be impinged upon with a force and displaced via a transmission (30) that is driven by an electric motor. The actuating device further comprises a control unit (C) which is used to control the adjusting unit especially subject to a master variable ($F_G; S_G$), thereby increasing the force acting upon the liquid column by impinging the adjusting piston with a force. The invention provides a simple and compact actuating device which can also be used to actuate clutches that have large dimensions while imparting the same pedal feel as conventional actuating devices.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine hydraulische Betätigungsvorrichtung (10) für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung (12) offenbart, mit einem geberzylinder (14), dessen Geberkolben (16) über ein Betätigungsorgan (18) mit einer Geberkraft (F_G) beaufschlagbar und um einen Geberweg (S_G) verschiebbar ist, und einem Nehmerzylinder (20), der einen mit dem Geberkolben über eine Flüssigkeitssäule hydraulisch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/093277 A1



CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

in Reihe geschalteten, mit einem Ausrückorgan (24) der Kraftfahrzeug-Reibkupplung wirkverbundenen Nehmerkolben (22) aufweist. Erfindungsgemäß ist eine Stelleinheit (26) vorgesehen, die in einer Variante einen mit dem Geberkolben hydraulisch in Reihe geschalteten Stellkolben (28) hat, welcher über ein elektromotorisch antreibbares Getriebe (30) kraftbeaufschlagbar und verschiebbar ist, sowie eine Steuereinheit (C), mittels der die Stelleinheit in Abhängigkeit von insbesondere einer Gebergröße (F_G ; S_G) ansteuerbar ist, um durch kraftbeaufschlagung des Stellkolbens die auf die Flüssigkeitssäule wirkende Kraft zu erhöhen. Im Ergebnis wird eine einfache, kompakte Betätigungsvorrichtung geschaffen, mittels der auch kräftig dimensionierte Kupplungen betätigbar sind, ohne daß dies ein verglichen mit herkömmlichen Betätigungsvorrichtungen anderes Pedalgefühl bedingt.

HYDRAULISCHE BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG FÜR EINE KRAFTFAHRZEUG-REIBKUPPLUNG

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Betätigungs-
vorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung gemäß dem Ober-
5 begriff des Patentanspruchs 1, wie sie massenweise in der Auto-
mobilindustrie zum Einsatz kommen.

STAND DER TECHNIK

10 Eine gattungsgemäße hydraulische Betätigungsvorrichtung für
eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung, wie sie etwa im "Handbuch der
hydraulischen Bremsanlage und Kupplungsbetätigung" der Anmelde-
rin, 1. Auflage 1998, auf Seite 261 gezeigt ist, hat einen an
einen mit Hydraulikflüssigkeit gefüllten Ausgleichsbehälter an-
15 geschlossenen Geberzylinder, dessen Geberkolben über ein Betä-
tigungsorgan in Form eines Kupplungspedals kraftbeaufschlagt
und verschoben werden kann. Der Geberzylinder ist über eine
Druckleitung mit einem Nehmerzylinder hydraulisch verbunden,
bei dem es sich um einen "klassischen" Nehmerzylinder mit einem
20 zylindrischen Kolben oder aber um einen sogenannten "Zentral-
ausrucker" mit einem konzentrisch bezüglich der Getriebeein-
gangswelle angeordneten Ringkolben handeln kann. Wird das Kupp-
lungspedal niedergetreten, so wird der im Geberzylinder er-
zeugte Druck über die Flüssigkeitssäule in der Druckleitung auf
25 den Nehmerzylinder übertragen. Im Ergebnis wird ein Ausrück-
organ der Kupplung - im Falle des klassischen Nehmerzylinders
der mit dem Ausrücklager der Kupplung wirkverbundene Ausrück-
hebel bzw. im Falle des Zentralausrückers das Ausrücklager -
über den Nehmerzylinderkolben mit einer Betätigungskraft beauf-
30 schlägt, um über einen Ausrückmechanismus die Kupplungsdruck-

platte von der Kupplungsmitnehmerscheibe und somit den Motor vom Getriebe des Kraftfahrzeugs zu trennen.

In letzter Zeit zeichnet sich zunehmend ein Trend ab, Kraftfahrzeuge stärker zu motorisieren. Infolgedessen haben moderne Kraftfahrzeug-Reibkupplungen nicht selten Drehmomente von über 300 Nm zu übertragen. Um derartig stark dimensionierte Kupplungen auszurücken, sind im Verhältnis hohe Betätigungskräfte aufzubringen. Wird hierzu eine konventionelle hydraulische Betätigungsvorrichtung eingesetzt, führt dies zu einem hohen Kraftbedarf am Kupplungspedal. Derartig hohe zum Ausrücken der Kupplung benötigte Pedalkräfte sind insbesondere bei Personenkraftwagen jedoch unerwünscht.

Zwar sind im Stand der Technik auch hydraulische Betätigungsvorrichtungen für Kraftfahrzeug-Reibkupplungen bekannt geworden, bei denen der Geberkolben des Geberzylinders stets (z.B. US 4,918,921) bzw. wahlweise (z.B. US 5,002,166) über ein mittels eines Elektromotors antreibbares Getriebe kraftbeaufschlagbar und verschiebbar ist. Im Falle eines solchen Servobetriebs dieser Betätigungsvorrichtungen erfährt die Bedienperson jedoch keine für den jeweiligen Ausrückzustand der Reibkupplung repräsentative Rückmeldung am Kupplungspedal.

Ein dem vorstehend genannten Stand der Technik ähnlicher, elektromotorisch betätigbarer Geberzylinder für eine hydraulische Kupplungsbetätigungsvorrichtung ist schließlich der US 5,094,079 zu entnehmen. Die hier offenbarte Geberzylinderbaugruppe benötigt allerdings u.a. einen erheblichen Bauraum, der in modernen Kraftfahrzeugen am Pedalbock für das Kupplungspedal nicht immer verfügbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine möglichst einfach und kompakt aufgebaute hydraulische Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung zu schaffen, mittels der

auch Kupplungen betätigt werden können, die im Verhältnis hohe Drehmomente übertragen, ohne daß hierfür im Vergleich zu der gattungsgemäßen hydraulischen Betätigungsvorrichtung größere Pedalkräfte bzw. -wege erforderlich sind.

5

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte bzw. zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 19 und werden nachfolgend in der detaillierten Beschreibung der Aus-

10 führungsbeispiele noch näher beschrieben werden.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Eine hydraulische Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung, die einen Geberzylinder aufweist, dessen Geberkolben über ein Betätigungsorgan als Gebergrößen mit einer Geberkraft beaufschlagbar und um einen Geberweg verschiebbar ist, und einen Nehmerzylinder hat, der einen mit dem Geberkolben über eine Flüssigkeitssäule hydraulisch in Reihe geschalteten Nehmerkolben aufweist, welcher mit einem Ausrückorgan der Kraftfahrzeug-Reibkupplung wirkverbunden ist, umfaßt erfindungsgemäß eine Stelleinheit, die einen mit dem Geberkolben hydraulisch in Reihe oder parallel dazu geschalteten Stellkolben hat, welcher über ein mittels eines Elektromotors antreibbares Getriebe kraftbeaufschlagbar und verschiebbar ist, sowie eine Steuereinheit, mittels der der Elektromotor in Abhängigkeit von einer der Gebergrößen oder einer dazu im wesentlichen proportionalen Größe ansteuerbar ist, um im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben und Stellkolben durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens die auf die Flüssigkeitssäule wirkende Kraft definiert zu erhöhen oder im Falle der Parallelschaltung von Geberkolben und Stellkolben durch Verschiebung des Stellkolbens das Volumen der Flüssigkeitssäule definiert zu vergrößern.

35

Im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben und Stellkolben ermöglicht die Stelleinheit also eine definierte Erhöhung der auf die Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben und Nehmerkolben über das Betätigungsorgan, z.B. ein Kupplungspedal, aufgebracht
5 ten Kraft, woraus eine Erhöhung des Druckniveaus in der am Nehmerkolben anstehenden Flüssigkeitssäule resultiert. Mit anderen Worten gesagt setzt sich die über den Nehmerkolben an der Kupplung aufgebrauchte Ausrückkraft bei dieser Alternative aus zwei Kraftanteilen zusammen, nämlich einem ersten Kraftanteil, der
10 über das Betätigungsorgan von der Bedienperson aufgebracht wird, und einem zweiten Kraftanteil, der durch die Stelleinheit beigesteuert wird. Im Ergebnis ist es möglich, durch die resultierende Erhöhung des Druckniveaus in der am Nehmerkolben anstehenden Flüssigkeitssäule unter Beibehaltung eines herkömmlichen
15 Nehmerzylinders Kupplungen zu betätigen, die im Verhältnis hohe Drehmomente zu übertragen haben und demgemäß hohe Ausrückkräfte erfordern, ohne daß dies - verglichen mit herkömmlichen Betätigungsvorrichtungen - eine Veränderung der hierfür von der Bedienperson am Kupplungspedal aufzubringenden Kräfte
20 bedingen würde.

Prinzipiell sind im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben und Stellkolben zwei Schaltungsvarianten denkbar: Zum einen kann der Stellkolben zwischen dem Geberkolben und dem Nehmerkolben angeordnet sein, zum anderen kann der Geberkolben zwischen dem Stellkolben und dem Nehmerkolben angeordnet sein. Bei
25 der ersten Schaltungsvariante unterteilt der Stellkolben die Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben und dem Nehmerkolben in einen Geberabschnitt zwischen Geberkolben und Stellkolben und einen Nehmerabschnitt zwischen Stellkolben und Nehmerkolben, während bei der zweiten Schaltungsvariante der Geberkolben die Flüssigkeitssäule zwischen dem Stellkolben und dem Nehmerkolben in einen Servoabschnitt zwischen Stellkolben und Geberkolben und einen Druckabschnitt zwischen Geberkolben und
30 Nehmerkolben unterteilt. In beiden Fällen findet also eine Kreis-

trennung durch einen Kolben statt, was Druckräume zu beiden Seiten des jeweiligen Kolbens erfordert. Bei der ersten Schaltungsvariante - Stellkolben zwischen Geberkolben und Nehmerkolben - kann vorteilhaft ein herkömmlicher, kompakter Geberzylinder zum Einsatz kommen, so daß sich insbesondere diese Schaltungsvariante auch hervorragend für eine sogenannte "add on"-Lösung eignet, bei der z.B. eine am Markt befindliche, gattungsgemäße Betätigungsvorrichtung erfindungsgemäß um eine Stelleinheit und eine Steuereinheit ergänzt wird und demgemäß zur Betätigung einer Kupplung, die im Verhältnis hohe Drehmomente zu übertragen hat, umgerüstet werden kann. Auch sind so Baukastensysteme denkbar, mit einem Satz von Nehmerzylindern, einem Satz von Geberzylindern und einer Stelleinheit mit entsprechender Steuereinheit, wobei jeweils ein Nehmerzylinder mit einem der Geberzylinder und darüber hinaus optional mit der Baugruppe Stelleinheit/Steuereinheit kombiniert werden kann, so daß hier eine ganze Bandbreite von verschiedenen Kupplungen mit unterschiedlichem Drehmomentübertragungsvermögen von der Betätigungsseite her abgedeckt werden kann.

20

Bei der zweiten Schaltungsvariante - Geberkolben zwischen Stellkolben und Nehmerkolben - muß ein gegenüber einer herkömmlichen Betätigungsvorrichtung geänderter Geberzylinder zum Einsatz kommen, der zwei Druckräume aufweist. Hierfür kann - verglichen mit der ersten Schaltungsvariante - allerdings die Stelleinheit mit nur einem Druckraum einfacher und kompakter ausgebildet werden. Darüber hinaus eignet sich diese Schaltungsvariante sehr gut für Einbausituationen, bei denen der Geberzylinder und der Nehmerzylinder aufgrund der örtlichen Nähe von Pedalbock und Kupplung dicht beieinanderliegen, insofern eine Zwischenschaltung der Stelleinheit zwischen Geberzylinder und Nehmerzylinder möglicherweise Probleme bereiten könnte.

30

Im Falle der Parallelschaltung von Geberkolben und Stellkolben hingegen ermöglicht die Stelleinheit eine definierte Vergrößerung des Volumens der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben und Nehmerkolben, bei - verglichen mit herkömmlichen Betätigungs-
5 gungsvorrichtungen - im wesentlichen gleichen Druckniveau in der Flüssigkeitssäule. Infolgedessen kann unter Beibehaltung eines herkömmlichen, kompakten Geberzylinders und somit ohne Veränderung der am Geberzylinder über das Kupplungspedal von der Bedienperson aufzubringenden Kräfte ein Nehmerzylinder zum
10 Einsatz kommen, dessen Nehmerkolben eine gegenüber herkömmlichen Nehmerzylindern größere hydraulische Wirkfläche aufweist, so daß über den Nehmerzylinder eine höhere Kraft an der Kupplung aufgebracht werden kann und somit ohne Probleme Kupplungen ausgerückt werden können, die im Verhältnis hohe Dreh-
15 momente zu übertragen haben.

Allen erfindungsgemäßen Schaltungsvarianten ist darüber hinaus gemein, daß die räumliche Lage der Stelleinheit in vorteilhafter Weise unabhängig von der Lage sowohl des Geberzylinders als
20 auch des Nehmerzylinders gewählt werden kann, wodurch eine große Flexibilität hinsichtlich der Möglichkeiten der Anordnung der Stelleinheit gegeben ist. Dies ist insbesondere bei modernen Personenkraftwagen von Vorteil, welche in der Regel eine Vielzahl von Aggregaten aufweisen, die im Motorraum unterzu-
25 bringen sind.

Da des weiteren der Elektromotor der Stelleinheit zur Kraftbeaufschlagung bzw. Verschiebung des Stellkolbens über das Getriebe vermittelt der Steuereinheit in Abhängigkeit von einer
30 der Gebergrößen, sprich der Geberkraft oder dem Geberweg, oder einer dazu im wesentlichen proportionalen Größe ansteuerbar ist, kann stets gewährleistet werden, daß die Stelleinheit bei der Kupplungsbetätigung gerade eine solche Kraft bzw. ein solches Volumen beisteuert, die/das bewirkt, daß sich die jewei-
35 lige Gebergröße für die Bedienperson vom Pedalgefühl her nicht

von der entsprechenden Gebergröße bei der Betätigung einer herkömmlichen hydraulischen Betätigungsvorrichtung unterscheidet, obwohl eine Kupplung ausgerückt wird, die höhere Drehmomente überträgt und dementsprechend höhere Ausrückkräfte erfordert.

5

Nicht zuletzt ergeben sich Vorteile daraus, daß erfindungsgemäß ein direkter mechanischer Angriff eines Stellmotors am Geberkolben, wie er z.B. aus der eingangs zitierten US 5,094,079 bekannt ist, gerade vermieden wird. Zum einen kann somit bei
10 der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung nämlich ein Geberzylinder eingesetzt werden, der keinen übermäßig großen Bauraum am Pedalbock für das Kupplungspedal beansprucht. Zum anderen sorgt die hydraulische Verbindung zwischen Stelleinheit und Geberzylinder für ein - verglichen mit dem obigen Stand der
15 Technik - weniger steifes System bzw. eine bestimmte "Weichheit" im System, aufgrund der es zu einer gewissen Verzögerung des Druckaufbaus kommen und die ggf. im Hinblick auf eine Schwingungsoptimierung des hydraulischen Betätigungssystems genutzt werden kann.

20

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Im folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten schematischen
25 Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche oder entsprechende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen hydraulischen
30 Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung nach einem ersten Ausführungsbeispiel, bei dem ein Geberkolben eines Geberzylinders mit einem Stellkolben einer elektromechanischen Stelleinheit bezüglich eines Nehmerkolbens eines Nehmerzylinders
35 hydraulisch parallel geschaltet ist,

Fig. 2 ein zur Erläuterung des ersten Ausführungsbeispiels dienendes erstes Diagramm, in dem der Stellweg s_s des Stellkolbens in der Stelleinheit als Funktion des Geberwegs s_g des Geberkolbens im Geberzylinder aufgetragen ist,

Fig. 3 ein zur Erläuterung des ersten Ausführungsbeispiels dienendes zweites Diagramm, in dem die Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders als Funktion des Stellwegs s_s des Stellkolbens in der Stelleinheit bzw. des Geberwegs s_g des Geberkolbens aufgetragen ist,

Fig. 4 ein zur Erläuterung des ersten Ausführungsbeispiels dienendes drittes Diagramm, in dem der im Nehmerzylinder herrschende Nehmerdruck p_N als Funktion der Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders aufgetragen ist,

Fig. 5 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen hydraulischen Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel, bei dem der Geberkolben des Geberzylinders mit dem Stellkolben der elektromechanischen Stelleinheit und dem Nehmerkolben des Nehmerzylinders hydraulisch in Reihe geschaltet ist, wobei sich der Stellkolben zwischen dem Geberkolben und dem Nehmerkolben befindet,

Fig. 6 ein zur Erläuterung des zweiten Ausführungsbeispiels dienendes Diagramm, in dem der im Geberzylinder herrschende Geberdruck p_g und der im Nehmerzylinder herrschende Nehmerdruck p_N als Funktion des Geberwegs s_g des Geberkolbens im Geberzylinder aufgetragen sind,

- Fig. 7 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen hydraulischen Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung nach einem dritten Ausführungsbeispiel, welches sich von dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 nur im Hinblick auf die Sensorausbildung und das Regelprinzip unterscheidet,
- Fig. 8 ein zur Erläuterung des dritten Ausführungsbeispiels dienendes Diagramm, in dem der im Nehmerzylinder herrschende Nehmerdruck p_N und ein in einem Speicherglied einer Steuereinheit abgelegter Wunschverlauf für den Geberdruck p_G im Geberzylinder als Funktion des Stellwegs s_s des Stellkolbens in der Stelleinheit aufgetragen sind,
- Fig. 9 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen hydraulischen Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung nach einem vierten Ausführungsbeispiel, bei dem der Geberkolben des Geberzylinders mit dem Stellkolben der elektromechanischen Stelleinheit und dem Nehmerkolben des Nehmerzylinders hydraulisch in Reihe geschaltet ist, wobei sich der Geberkolben zwischen dem Stellkolben und dem Nehmerkolben befindet, und
- Fig. 10 ein zur Erläuterung des vierten Ausführungsbeispiels dienendes Diagramm, in dem die am Nehmerzylinder wirkende Nehmerkraft F_N und ein in dem Speicherglied der Steuereinheit abgelegter Wunschverlauf für die am Geberzylinder wirkende Geberkraft F_G als Funktion des Geberwegs s_G des Geberkolbens im Geberzylinder aufgetragen sind.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Die Fig. 1, 5, 7 und 9 zeigen jeweils eine hydraulische Betätigungs-
vorrichtung 10 für eine Kraftfahrzeug-Trockenreibkupplung
- nachfolgend kurz Kupplung 12 genannt - in ihrer Grundstel-
lung, d.h. dem unbetätigten Zustand, in dem die Kupplung 12
eingerrückt ist. Diese Betätigungsvorrichtungen 10 umfassen je-
weils in an sich bekannter Weise einen Geberzylinder 14 mit
einem Geberkolben 16, der über ein Betätigungsorgan - in den
dargestellten Ausführungsbeispielen ein Kupplungspedal 18 - als
Gebergrößen mit einer Geberkraft F_G beaufschlagt und um einen
Geberweg s_G verschoben werden kann, und einen Nehmerzylinder
20, der einen mit dem Geberkolben 16 über eine Flüssigkeits-
säule hydraulisch in Reihe geschalteten Nehmerkolben 22 auf-
weist, welcher mit einem Ausrückorgan - in den dargestellten
Ausführungsbeispielen ein Ausrückhebel 24 - der Kupplung 12
wirkverbunden ist. Den Betätigungsvorrichtungen 10 gemäß den
Fig. 1, 5, 7 und 9 ist des weiteren gemein, daß sie jeweils
eine elektromechanische Stelleinheit 26 mit einem Stellkolben
28 aufweisen, der über ein mittels eines Elektromotors M an-
treibbares Getriebe 30 mit einer Stellkraft F_S beaufschlagt und
um einen Stellweg s_S verschoben werden kann. Während bei dem
ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 der Stellkolben 28 be-
züglich des Nehmerkolbens 22 hydraulisch parallel zum Geberkol-
ben 16 geschaltet ist, ist bei dem zweiten bis vierten Ausfüh-
rungsbeispiel gemäß den Fig. 5, 7 und 9 der Stellkolben 28 mit
dem Geberkolben 16 und dem Nehmerkolben 22 hydraulisch in Reihe
geschaltet. Schließlich haben alle Betätigungsvorrichtungen 10
eine Steuereinheit C, mittels der der Elektromotor M der Stell-
einheit 26 in Abhängigkeit von einer der Gebergrößen F_G , s_G
oder einer dazu im wesentlichen proportionalen Größe derart an-
steuerbar ist, daß, wie nachfolgend noch ausführlich erläutert
werden wird, im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben 16
und Stellkolben 28 (Fig. 5, 7 und 9) durch Kraftbeaufschlagung
des Stellkolbens 28 über das Getriebe 30 die auf die Flüssig-

keitssäule zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 wirkende Kraft definiert erhöht werden kann, oder im Falle der Parallelschaltung von Geberkolben 16 und Stellkolben 28 (Fig. 1) durch Verschiebung des Stellkolbens 28 über das Getriebe 30 das Volumen der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 definiert vergrößert werden kann.

Der Geberzylinder 14 weist in an sich bekannter Weise ein Zylindergehäuse 32 auf, in dem der Geberkolben 16 längsverschieblich und gegenüber der Innenumfangsfläche des Zylindergehäuses 32 mittels hier nicht dargestellter Dichtmittel abgedichtet geführt ist, wobei der Geberkolben 16 im Zylindergehäuse 32 einen Druckraum 34 druckdicht und variabel begrenzt. Im Druckraum 34 ist eine Rückstellfeder 36 - in den dargestellten Ausführungsbeispielen in der Form einer Schraubendruckfeder - angeordnet, mittels der der Geberkolben 16 in seine in den Fig. 1, 5, 7 und 9 dargestellte Grundstellung vorgespannt ist, in der der Druckraum 34 über eine Nachlaufleitung 38 mit einem Vorratsbehälter 40 für die Hydraulikflüssigkeit hydraulisch verbunden ist, so daß in der Grundstellung des Geberkolbens 16 u.a. etwaige Verluste an Hydraulikflüssigkeit im hydraulischen System ausgeglichen werden und auch eine Entlüftung desselben über den Vorratsbehälter 40 erfolgen kann.

Auf der vom Druckraum 34 abgewandten Seite des Geberkolbens 16 ist eine Kolbenstange 42 vorgesehen, die mit ihrem einen Ende am Geberkolben 16 angreift und mit ihrem anderen Ende am Kupplungspedal 18 angelenkt ist. Das Kupplungspedal 18 selbst ist in an sich bekannter Weise mit seinem einen Ende an einem in den Fig. 1, 5, 7 und 9 lediglich schematisch angedeuteten Pedalbock 44 des Kraftfahrzeugs verschwenkbar gelagert und weist an seinem anderen Ende eine Druckplatte 46 auf, über die die Bedienperson Betätigungskräfte am Kupplungspedal 18 aufbringen kann. Es ist ersichtlich, daß die Bedienperson durch Aufbringung von Betätigungskräften an der Druckplatte 46 des

- Kupplungspedals 18 - üblicherweise das Niedertreten des Kupplungspedals 18 - mit einer durch die Geometrie und die Abmessungen des Kupplungspedals 18 sowie die räumliche Lage der Gelenkpunkte zwischen Kupplungspedal 18 und Pedalbock 44 bzw.
- 5 Kolbenstange 42 definierten Hebelübersetzung über die Kolbenstange 42 eine bestimmte Geberkraft F_G am Geberkolben 16 erzeugen und diesen um einen bestimmten Geberweg s_G verschieben kann.
- 10 Bei dem Nehmerzylinder 20 handelt es sich in den dargestellten Ausführungsbeispielen um eine "klassische" Kolben-Zylinder-Anordnung - im Gegensatz zu einem sogenannten "Zentralausrucker", wie er z.B. in der DE 102 22 730 A1 der Anmelderin beschrieben wird, und der hier alternativ zum Einsatz kommen könnte - mit
- 15 einem Zylindergehäuse 48, in dem der Nehmerkolben 22 längsverschieblich und gegenüber der Innenumfangsfläche des Zylindergehäuses 48 mittels hier nicht gezeigter Dichtmittel abgedichtet geführt ist, um im Zylindergehäuse 48 einen Druckraum 50 druckdicht und variabel zu begrenzen. Auf der vom Druckraum 50 abge-
- 20 wandten Seite des Nehmerkolbens 22 ist eine Druckstange 52 am Nehmerkolben 22 befestigt, die mit ihrem vom Nehmerkolben 22 abgewandten Ende an dem in den Fig. 1, 5, 7 und 9 oberen Ende des Ausrückhebels 24 angreift.
- 25 Der Ausrückhebel 24 selbst ist in an sich bekannter Weise verschwenkbar an einem in den Fig. 1, 5, 7 und 9 lediglich schematisch angedeuteten Umlenkbock 54 gelagert und greift mit seinem in diesen Figuren unteren Ende an einem ebenfalls nur schematisch gezeichneten Ausrücklager 56 der Kupplung 12 an. Das Aus-
- 30 rücklager 56 ist über einen ebenfalls an sich bekannten Ausrückmechanismus 58 mit einer axial beweglichen Druckplatte 60 wirkverbunden, die zusammen mit dem Ausrückmechanismus 58 an einem Schwungrad 62 befestigt ist, welches seinerseits drehfest an einer Kurbelwelle 64 einer Verbrennungskraftmaschine (nicht
- 35 dargestellt) angebracht ist. Der Ausrückmechanismus 58 weist

des weiteren Anpreßfedern 66 - die eigentlichen Kupplungsfedern
- auf, die im Ruhezustand der Kupplung 12 die Druckplatte 60
gegen eine in an sich bekannter Weise Reibbeläge tragende und
drehfest an einer Getriebeeingangswelle 68 angebrachte Mitneh-
5 mer- oder Kupplungsscheibe 70 pressen und somit letztere gegen
das Schwungrad 62 drücken, so daß im eingerückten Zustand der
Kupplung 12 ein Reibschluß zwischen Schwungrad 62, Kupplungs-
scheibe 70 und Druckplatte 60 besteht, der für eine Drehmoment-
übertragung von der Kurbelwelle 64 auf die Getriebeeingangs-
10 welle 68 sorgt.

Der Nehmerzylinder 20 hat ferner eine im Druckraum 50 angeord-
nete Vorlastfeder 72 - in den dargestellten Ausführungsbei-
spielen wiederum in der Form einer Schraubendruckfeder - mit-
15 tels der der Nehmerkolben 22 in seine in den Fig. 1, 5, 7 und 9
etwas übertrieben weit links dargestellte Ruhestellung vorge-
spannt ist. Im Ergebnis sorgt die Vorlastfeder 72, deren Feder-
kraft so gewählt ist, daß sie die Federkraft der Anpreßfedern
66 nicht zu überwinden vermag, über die Druckstange 52 und den
20 Ausrückhebel 24 für eine dauernde leichte Anlage des Ausrück-
lagers 56 an den weiteren Ausrückelementen der Kupplung 12, so
daß zwischen diesen Bauteilen kein Spiel vorhanden ist. Auch
bewirkt die Vorlastfeder 72 somit ein ständiges Mitlaufen des
Ausrücklagers 56 mit den sich drehenden Bauteilen der Kupplung
25 12, was den Verschleiß des Ausrücklagers 56 gegenüber einer
Konstruktion, bei der das Ausrücklager beim Aus- bzw. Einrück-
vorgang der Kupplung beschleunigt bzw. abgebremst werden würde,
stark vermindert.

30 Es ist ersichtlich, daß infolge der einander entgegengerichte-
ten Federkräfte der Vorlastfeder 72 und der Anpreßfedern 66
sowie der Hebelübersetzungen über den Ausrückhebel 24 und den
Ausrückmechanismus 58 eine bestimmte, sich über den Hub bzw.
Nehmerweg s_N des Nehmerkolbens 22 ändernde Widerstandskraft,
35 hier Nehmerkraft F_N genannt, vorliegt, die es durch Druckbeauf-

schlagung des Druckraums 50 mit einem Nehmerdruck p_N zu überwinden gilt, um den Nehmerkolben 22 in den Fig. 1, 5, 7 und 9 nach links zu bewegen und somit die Kupplung 12 auszurücken, d.h. die Druckplatte 60 von der Kupplungsscheibe 70 und somit die Verbrennungskraftmaschine vom Getriebe (beides nicht gezeigt) zu trennen. Den Fig. 4, 6, 8 und 10 sind solche typische, der jeweiligen Kupplung 12 immanente Verläufe des Nehmerdrucks p_N bzw. der Nehmerkraft F_N - auch Kupplungskennlinien genannt - aufgetragen über der Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20 (Fig. 4), dem Hub bzw. Geberweg s_G des Geberkolbens 16 (Fig. 6 und 10) und dem Hub bzw. Stellweg s_S des Stellkolbens 28 der Stelleinheit 26 (Fig. 8), für verschiedene Ausführungsbeispiele der hydraulischen Betätigungsvorrichtung 10 zu entnehmen.

Auch die Stelleinheit 26 hat ein Zylindergehäuse 74, in dem der Stellkolben 28 längsverschieblich und gegenüber der Innenumfangsfläche des Zylindergehäuses 74 mittels geeigneter, hier nicht dargestellter Dichtmittel abgedichtet geführt ist, so daß der Stellkolben 28 in sämtlichen Ausführungsbeispielen auf seiner in den Fig. 1, 5, 7 und 9 linken Seite einen Druckraum 76 druckdicht und variabel begrenzt. In dem Druckraum 76 der Stelleinheit 26 ist eine Vorspannfeder 78 - in den dargestellten Ausführungsbeispielen erneut in der Form einer Schraubendruckfeder - angeordnet, die den Stellkolben 28 in den Fig. 1, 5, 7 und 9 nach rechts vorspannt.

Auf der in den Fig. 1, 5, 7 und 9 rechten Seite des Stellkolbens 28 ist das Getriebe 30 auf nicht näher gezeigte Weise am oder im Zylindergehäuse 74 befestigt. Bei dem Getriebe 30 handelt es sich in den dargestellten Ausführungsbeispielen um einen Spindeltrieb, genauer einen handelsüblichen, leichtgängigen Kugelgewindetrieb, mit einer Kugelrollspindel 80, der eine Spindelmutter 82 zugeordnet ist bzw. die in letzterer läuft.

Während die Kugelrollspindel 80 auf in den Fig. 1, 5, 7 und 9

nicht näher dargestellte Weise gegen ein Verdrehen gegenüber dem Zylindergehäuse 74 gesichert ist, kann die Spindelmutter 82 mittels des Elektromotors M drehend angetrieben werden. Bei dem Elektromotor M der Stelleinheit 26 handelt es sich bevorzugt um
5 einen bürstenlosen Gleichstrommotor, der sich durch eine hervorragende Dynamik, einen hohen Wirkungsgrad bzw. eine hohe Leistungsdichte, einen geringen Verschleiß und damit eine lange Lebensdauer, eine gute Überlastfähigkeit, ein geringes Gewicht und nicht zuletzt eine geringe Geräuschentwicklung auszeichnet.
10 Zu der Stelleinheit 26 ist schließlich strukturell noch anzumerken, daß die Vorspannfeder 78 im Druckraum 76 bestrebt ist, den Stellkolben 28 in Anlage an dem in den Fig. 1, 5, 7 und 9 linken Ende der Kugelrollspindel 80 zu halten, welches nicht fest mit dem Stellkolben 28 verbunden ist.

15

Vermittels der Steuereinheit C kann über Stromleitungen 84 ein elektrischer Strom von vorbestimmter Stromstärke I und Spannung U an den Elektromotor M angelegt werden, was bewirkt, daß dieser die Spindelmutter 82 um einen definierten Drehwinkel in
20 einer definierten Drehrichtung mit einem definierten Drehmoment verdreht. Die Drehbewegung der Spindelmutter 82 wird dabei in Abhängigkeit von der Spindelsteigung in eine translatorische Bewegung der Kugelrollspindel 80 transformiert, so daß das Getriebe 30 entsprechend der Drehwinkelstellung der Spindelmutter
25 82 über die Kugelrollspindel 80 einen Stellweg s_s am Stellkolben 28 erzeugen kann. Außerdem wird das an der Spindelmutter 82 über den Elektromotor M aufgebrachte Drehmoment in Abhängigkeit von der Spindelsteigung in eine an der Kugelrollspindel 80 angreifende Stellkraft F_s umgeformt, die bei Anlage des Stellkol-
30 bens 28 an der Kugelrollspindel 80 auch auf den Stellkolben 28 wirkt und einen hydraulischen Druck in dem Druckraum 76 der Stelleinheit 26 generieren kann.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel der hydraulischen Betätigungs-
35 vorrichtung 10 sind der Geberzylinder 14, der Nehmerzylinder

der 20 und die Stelleinheit 26 gemäß Fig. 1 wie folgt miteinander verschaltet. Zunächst ist der Geberzylinder 14 mit dem Nehmerzylinder 20, genauer der Druckraum 34 des Geberzylinders 14 mit dem Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20 mittels einer
5 ersten Druckleitung 86 hydraulisch verbunden, in der die Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben 16 und dem Nehmerkolben 22 verschiebbar ist. Sodann ist die Stelleinheit 26, genauer deren Druckraum 76 zur Parallelschaltung von Geberkolben 16 und Stellkolben 28 über eine zweite Druckleitung 88 hydraulisch an
10 die erste Druckleitung 86 angeschlossen. Im Ergebnis kann durch Verschiebung des Stellkolbens 28 über das mittels des Elektromotors M antreibbare Getriebe 30 das Volumen der Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben 16 und dem Nehmerkolben 22 definiert vergrößert werden. Infolgedessen ist es möglich, unter
15 Beibehaltung eines herkömmlich dimensionierten Geberzylinders 14 den Nehmerzylinder 20 so zu vergrößern, daß der Nehmerkolben 22 eine größere hydraulische Wirkfläche aufweist, so daß im wesentlichen unter Beibehaltung des üblichen Druckniveaus in den Druckräumen 34, 50 des Geberzylinders 14 bzw. des Nehmerzylinders 20 und der Druckleitung 86 über die vergrößerte
20 hydraulische Wirkfläche des Nehmerkolbens 22 eine größere Nehmerkraft F_N aufgebracht werden kann, die es gestattet, Kupplungen 12 auszurücken, deren Anpreßfedern 66 zur Übertragung höherer Drehmomente durch die Kupplung 12 stärker als herkömmlich
25 dimensioniert sind.

Wie des weiteren der Fig. 1 entnommen werden kann, ist am Geberzylinder 14 eine erste Sensoreinrichtung 90 vorgesehen, die über eine Signalleitung 92 an die Steuereinheit C angeschlossen, d.h. mit dieser signalverbunden ist. Ferner ist an
30 der Stelleinheit 26 eine zweite Sensoreinrichtung 94 angeordnet, die ebenfalls über eine Signalleitung 96 mit der Steuereinheit C signalverbunden ist. Die erste Sensoreinrichtung 90 dient im ersten Ausführungsbeispiel der Erfassung des Geberwegs
35 s_{Gist} als Führungsgröße für die Regelung des Elektromotors M

über die Steuereinheit C und kann beispielsweise wie in der DE 203 15 735 U1 der Anmelderin beschrieben ausgebildet sein. Mittels der zweiten Sensoreinrichtung 94 ist der Stellweg s_{Sist} des Stellkolbens 28 der Stelleinheit 26 als Regelgröße erfaßbar.

5 Auch die zweite Sensoreinrichtung 94 kann prinzipiell wie in der DE 203 15 735 U1 der Anmelderin beschrieben ausgebildet sein. Wie in der Fig. 1 mit gestrichelten Linien am Nehmerzylinder 20 angedeutet, kann die zweite Sensoreinrichtung 94 alternativ auch der Erfassung des Nehmerwegs s_N des Nehmerkolbens 22 im Nehmerzylinder 20 dienen. Bevorzugt ist jedoch die
10 Anordnung der zweiten Sensoreinrichtung 94 an der Stelleinheit 26, weil diese somit als "add on"-Baugruppe schon (wenigstens) einen Teil der für die Regelung erforderlichen Sensorik mitbringen kann.

15

Wie nachfolgend anhand der Fig. 2 bis 4 noch näher erläutert werden soll, ist nun in der Steuereinheit C in Abhängigkeit von dem erfaßten Geberweg s_{Gist} des Geberkolbens 16 ein Soll-Wert für den Stellweg s_{Ssoll} des Stellkolbens 28 (bzw. den Nehmerweg
20 s_{Nsoll} des Nehmerkolbens 22) ermittelbar, worauf der ermittelte Stellweg s_{Ssoll} des Stellkolbens 28 (bzw. Nehmerweg s_{Nsoll} des Nehmerkolbens 22) über den von der Steuereinheit C wie oben beschrieben angesteuerten Elektromotor M der Stelleinheit 26 einregelbar ist.

25

Hierfür weist die Steuereinheit C ein Rechenglied R auf, mittels dessen der Soll-Wert für den Stellweg s_{Ssoll} des Stellkolbens 28 (bzw. den Nehmerweg s_{Nsoll} des Nehmerkolbens 22) nach folgender Beziehung ermittelbar ist:

30

$$s_{Ssoll} = k_U * s_{Gist} \text{ (bzw. } s_{Nsoll} = k_U * s_{Gist})$$

mit s_{Gist} : dem vermittels der ersten Sensoreinrichtung 90 erfaßten Geberweg des Geberkolbens 16 und

k_U : einem in einem Speicherglied S der Steuereinheit C abgelegten Übersetzungsfaktor.

Ist der Übersetzungsfaktor k_U konstant, was im Hinblick auf
5 eine geringe Komplexität der Steuereinheit C bzw. der damit bewirkten Regelung von Vorteil ist, ergibt sich der Verlauf des Stellwegs s_s aufgetragen über dem Geberweg s_g gemäß Fig. 2 als Gerade. Über die Steuereinheit C wird, wie die Fig. 2 veranschaulicht, also einem bestimmten, mittels der ersten Sensoreinrichtung 90 erfaßten Geberweg s_{Gistn} ein bestimmter Stellweg
10 s_{ssolln} zugeordnet, den es durch geeignete Ansteuerung des Elektromotors M der Stelleinheit 26 einzuregeln gilt, so daß der mittels der zweiten Sensoreinrichtung 94 erfaßte Ist-Wert für den Stellweg s_{sist} mit dem jeweils vorgegebenen Soll-Wert für
15 den Stellweg s_{ssoll} übereinstimmt. Mit anderen Worten gesagt folgt der Stellkolben 28 der Stelleinheit 26 dem durch die Bedienperson vorgegebenen Hub bzw. Geberweg s_g des Geberkolbens 16 in einer proportionalen Beziehung.

20 Mit zunehmendem Geberweg s_g des Geberkolbens 16 wird also mehr Volumen an Hydraulikflüssigkeit durch die Stelleinheit 26 in die Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 "eingeschoben". Dies veranschaulicht die Fig. 3, in der die Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20, also das ausgehend
25 von der Ruhestellung des Nehmerzylinders 20 über dessen Druckanschluß in den Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20 einströmende Volumen an Hydraulikflüssigkeit über dem Stellweg s_s des Stellkolbens 28 bzw. dem Geberweg s_g des Geberkolbens 16 aufgetragen ist. Die obere Linie ΔV_{NI} steht hierbei für die Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20, die sich bei einer Kupp-
30 lungsbetätigung infolge der Volumenverdrängung aus den Druckräumen 34, 76 des Geberzylinders 14 und der Stelleinheit 26 ergibt, während die untere Linie ΔV_{No} für die Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20 steht, die sich bei einer Kupplungsbe-

tätigung alleine infolge der Volumenverdrängung aus dem Druckraum 34 des Geberzylinders 14 ergeben würde, wenn es z.B. zu einem Ausfall der Stelleinheit 26 käme. Es ist ersichtlich, daß sich die Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20 bei einer normalen Kupplungsbetätigung mittels der hydraulischen Betätigungsvorrichtung 10 quasi aus zwei Anteilen AT_G , AT_S zusammensetzt, nämlich einem Anteil AT_G infolge der Volumenverdrängung aus dem Druckraum 34 des Geberzylinders 14 und einem Anteil AT_S infolge der parallelen Volumenverdrängung aus dem Druckraum 76 der Stelleinheit 26, wobei das Verhältnis der Anteile $AT_G : AT_S$ bei der Kupplungsbetätigung im wesentlichen konstant bleibt.

Durch Einschieben eines Volumens an Hydraulikflüssigkeit in den Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20 wird der Nehmerkolben 22 in Fig. 1 nach links verschoben, so daß die Kupplung 12 über die Druckstange 52 und den Ausrückhebel 24 in an sich bekannter Weise ausgerückt wird. Die hierfür benötigte Nehmerkraft F_N und damit der erforderliche, im Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20 aufzubringende Nehmerdruck p_N ändert sich, wie weiter oben bereits angesprochen, in Abhängigkeit von der Auslegung der jeweiligen Kupplung 12 mit dem Nehmerweg s_N des Nehmerkolbens 22, der sich proportional zur Volumenaufnahme ΔV_N des Nehmerzylinders 20 verhält. Diese Kupplungskennlinie ($p_N = f(\Delta V_N)$) ist in Fig. 4 gezeigt.

Um ein "fail-safe"-Verhalten der hydraulischen Betätigungsvorrichtung 10 zu gewährleisten, d.h. sicherzustellen, daß die Kupplung 12 auch dann (gerade) noch ausgerückt werden kann, wenn die Stelleinheit 26 z.B. aufgrund eines Versagens der Elektrik ausgefallen ist, ist die hydraulische Betätigungsvorrichtung 10 im Hinblick auf das Verhältnis der Volumenanteile $AT_G : AT_S$, die durch den Geberzylinder 14 bzw. die Stelleinheit 26 aufgebracht werden, vorzugsweise so ausgelegt, daß das mittels der Stelleinheit 26 maximal besteuerbare Volumen AT_{Smax} an

Hydraulikflüssigkeit limitiert ist oder, mit anderen Worten gesagt, daß das aus dem Druckraum 34 des Geberzylinders 14 mittels des Geberkolbens 16 maximal verdrängbare Volumen AT_{Gmax} (gerade) dazu ausreicht, einen solchen Hub bzw. Nehmerweg s_N des Nehmerkolbens 22 zu bewirken, daß die Kupplung 12 bis zu ihrem sogenannten Auskuppelpunkt AK (siehe Fig. 4) oder bis wenigstens kurz davor ausgerückt wird. Kurz vor dem Auskuppelpunkt AK wird nur noch ein Bruchteil des maximal übertragbaren Drehmoments von der Kupplung 12 übertragen, so daß hier im Getriebe (nicht gezeigt) ein Gangwechsel schon möglich ist, wenn auch nur unter Ausübung einer gewissen Gewalt. Üblicherweise liegt der Auskuppelpunkt AK bei etwa 70 bis 75 % der maximalen Volumenaufnahme ΔV_{Nmax} des Nehmerzylinders 20, wie die Fig. 3 und 4 zeigen, so daß das Verhältnis der Volumenanteile $AT_G : AT_s$ vorzugsweise im Bereich von 70 : 30 bis 75 : 25 liegen sollte.

Bleibe zum ersten Ausführungsbeispiel noch anzumerken, daß bei einem Verschleiß der Kupplung 12 ein Eingriff in die Ansteuerung der Stelleinheit 26 mittels der Steuereinheit C nicht notwendig ist. Bei einem Verschleiß der Kupplung 12 nimmt die Dicke der Reibbeläge an der Kupplungsscheibe 70 ab. Infolgedessen schieben die Anpreßfedern 66 das Ausrücklager 56 über den Ausrückmechanismus 58 nach links in Fig. 1. Dies führt dazu, daß der über den Ausrückhebel 24 und die Druckstange 52 gedrückte Nehmerkolben 22 in seiner Ruhestellung in Fig. 1 nach rechts wandert. Insofern nimmt das Gesamtruhevolumen der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 ab, wobei überschüssige Hydraulikflüssigkeit in der Grundstellung des Geberkolbens 16 über die Nachlaufleitung 38 in den Vorratsbehälter 40 gedrückt wird. Es ändert sich also lediglich das Gesamtruhevolumen der Flüssigkeitssäule, d.h. ein absoluter Volumenbetrag, was weder die Volumenverdrängung aus den Druckräumen 34, 76 des Geberzylinders 14 bzw. der Stelleinheit 26

noch die Volumenaufnahme durch den Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20, d.h. die relativen Volumenänderungen bei einer Kupplungsbetätigung berührt. Allerdings steigt wie bei herkömmlichen hydraulischen Betätigungsvorrichtungen die für das Ausrücken der Kupplung 12 über das Kupplungspedal 18 aufzubringende Geberkraft F_G mit zunehmendem Verschleiß der Kupplung 12 in Abhängigkeit von deren Bauart. Auch insofern ändert sich das Pedalgefühl gegenüber herkömmlichen hydraulischen Betätigungsvorrichtungen also nicht.

Während bei dem ersten Ausführungsbeispiel eine hydraulische Parallelschaltung vom Geberkolben 16 und Stellkolben 28 vorliegt, sind in den anderen Ausführungsbeispielen der Geberkolben 16 und der Stellkolben 28 hydraulisch in Reihe geschaltet. So ist bei dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel, die nachfolgend nur insoweit beschrieben werden sollen, als sie sich von dem ersten Ausführungsbeispiel unterscheiden, der Stellkolben 28 zwischen dem Geberkolben 16 und dem Nehmerkolben 22 angeordnet, wobei der Stellkolben 28 die Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben 16 und dem Nehmerkolben 22 in einen Geberabschnitt zwischen Geberkolben 16 und Stellkolben 28 und einen Nehmerabschnitt zwischen Stellkolben 28 und Nehmerkolben 22 unterteilt. Hierbei kann durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens 28 über das mittels des Elektromotors M antreibbare Getriebe 30 die auf den Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule wirkende Kraft definiert angehoben werden.

Wie die Fig. 5 und 7 zeigen, unterscheiden sich beim zweiten und dritten Ausführungsbeispiel weder der Geberzylinder 14 oder der Nehmerzylinder 20 noch die Kupplung 12 von den entsprechenden Baugruppen bei dem unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Bei der Stelleinheit 26 bestehen jedoch einige Unterschiede. Zunächst begrenzt der Stellkolben 28 im Zylindergehäuse 74 auf seiner in den Fig. 5 und 7 rechten Seite druckdicht und variabel einen zweiten

Druckraum 98, in den sich die Kugelrollspindel 80 geeignet abgedichtet hineinerstreckt. Ferner ist der Stellkolben 28 mittels der Vorspannfeder 78 in eine Grundstellung vorgespannt, in der der erste Druckraum 76 der Stelleinheit 26 mit dem Vorratsbehälter 40 über eine weitere Nachlaufleitung 38 hydraulisch verbunden ist (in den Fig. 5 und 7 zur Vereinfachung der Darstellung durch ein "X" angedeutet). Im Ergebnis werden die beiden durch den Stellkolben 28 getrennten Hydraulikkreise - der Geberabschnitt bzw. der Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 - separat entlüftet und Volumenänderungen in diesen Hydraulikkreisen separat kompensiert.

Des weiteren ist der Druckraum 34 des Geberzylinders 14 über eine Druckleitung 100 an den zweiten Druckraum 98 der Stelleinheit 26 angeschlossen, während deren erster Druckraum 76 über eine weitere Druckleitung 102 an den Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20 angeschlossen ist. Es ist ersichtlich, daß bei einer Kupplungsbetätigung der Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule in der Druckleitung 100 verschoben wird, während der Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule in der weiteren Druckleitung 102 verschoben wird.

Auch bei den Betätigungsvorrichtungen 10 gemäß den Fig. 5 und 7 sind jeweils zwei Sensoreinrichtungen 104 bzw. 106 und 108 bzw. 110 vorgesehen, von denen die erste Sensoreinrichtung 104 bzw. 106 dazu dient, eine für den jeweiligen Betätigungszustand des Geberzylinders 14 repräsentative Größe zu erfassen, während die zweite Sensoreinrichtung 108 bzw. 110 dazu dient, eine von der mittels der ersten Sensoreinrichtung 104 bzw. 106 erfaßten Größe verschiedene Größe zu erfassen, wie noch näher erläutert werden wird. Die erste Sensoreinrichtung 104 bzw. 106 ist wiederum über eine Signalleitung 92 an die Steuereinheit C angeschlossen, während die zweite Sensoreinrichtung 108 bzw. 110

über eine weitere Signalleitung 96 mit der Steuereinheit C verbunden ist.

Genauer gesagt ist bei dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß
5 Fig. 5 mittels der zweiten Sensoreinrichtung 108 der Nehmerdruck p_{Nist} im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule, der im Druckraum 50 des Nehmerzylinders 20, in der Druckleitung 102 und im ersten Druckraum 76 der Stelleinheit 26 vorherrscht, als Führungsgröße für die Regelung des Elektromotors M über die
10 Steuereinheit C erfaßbar. Mittels der ersten Sensoreinrichtung 104 hingegen ist der Geberdruck p_{Gist} im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule, der im Druckraum 34 des Geberzylinders 14, in der Druckleitung 100 und im zweiten Druckraum 98 der Stelleinheit 26 ansteht, als Regelgröße erfaßbar. Vorzugsweise sind
15 die erste Sensoreinrichtung 104 und die zweite Sensoreinrichtung 108 gemeinsam an der Stelleinheit 26 vorgesehen, so daß diese als "add on"-Baugruppe bereits die für die Regelung erforderliche Sensorik trägt. Den jeweiligen Einbauerfordernissen entsprechend ist es jedoch als Alternative auch denkbar, daß
20 entsprechende Drucksensoren 104, 108 am Geberzylinder 14 bzw. am Nehmerzylinder 20 (oder in den Druckleitungen 100 bzw. 102) angeordnet werden, wie in Fig. 5 mit gestrichelten Linien am Geberzylinder 14 bzw. am Nehmerzylinder 20 angedeutet ist. Ebenfalls kann als Alternative zur Druckerfassung im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule daran gedacht werden, als Regelgröße die Geberkraft F_{Gist} etwa mittels eines an der Kolbenstange 42 vorgesehenen Kraftsensors 104' zu erfassen, was ebenfalls in Fig. 5 mit gestrichelten Linien gezeigt ist.
25

30 Wie nachfolgend anhand der Fig. 6 noch näher erläutert werden soll, ist in der Steuereinheit C in Abhängigkeit von dem erfaßten Nehmerdruck p_{Nist} ein Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsol1} (oder die Geberkraft F_{Gsol1}) ermittelbar, worauf der ermittelte Geberdruck p_{Gsol1} (oder die ermittelte Geberkraft F_{Gsol1}) über den

von der Steuereinheit C angesteuerten Elektromotor M der Steuereinheit 26 einregelbar ist.

5 Zu diesem Zweck weist die Steuereinheit C wiederum ein Rechenglied R auf, mittels dessen der Soll-Wert für den Geberdruck $p_{G\text{soll}}$ (bzw. die Geberkraft $F_{G\text{soll}}$) nach folgender Beziehung ermittelbar ist:

$$p_{G\text{soll}} = 1/k_V * p_{N\text{ist}} \text{ bzw. } F_{G\text{soll}} = A_G/k_V * p_{N\text{ist}}$$

10

mit $p_{N\text{ist}}$: dem vermittels der zweiten Sensoreinrichtung 108 erfaßten Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule,
 k_V : einem in einem Speicherglied S der Steuereinheit C abgelegten Verstärkungsfaktor und
 15 A_G : der hydraulischen Wirkfläche des Geberkolbens 16.

Wenn bei dem zweiten Ausführungsbeispiel das Kupplungspedal 18
 20 von der Bedienperson niedergetreten wird, um die Kupplung 12 auszurücken, schiebt der Geberkolben 16 den Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Stellkolben 28, den Stellkolben 28, den Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule zwischen Stellkolben 28 und Nehmerkolben 22 sowie den Nehmerkolben 22 vor sich her. Dabei überfährt der Geberkolben 16 die
 25 im Zylindergehäuse 32 ausgebildete Verbindungsbohrung zu der an den Vorratsbehälter 40 angeschlossenen Nachlaufleitung 38, während der Stellkolben 28 die im Zylindergehäuse 74 vorgesehene Verbindungsbohrung zu der Nachlaufleitung 38 überfährt. In der
 30 Folge baut sich aufgrund der von der Bedienperson aufgebrachten Geberkraft F_G und der Widerstandskraft der Kupplung 12, nämlich der Nehmerkraft F_N sowohl ein Geberdruck $p_{G\text{ist}}$ im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule als auch ein Nehmerdruck $p_{N\text{ist}}$ im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule auf. Während der Geberdruck

p_{Gist} von der ersten Sensoreinrichtung 104 erfaßt wird, wird der
 Nehmerdruck p_{Nist} von der zweiten Sensoreinrichtung 108 erfaßt.
 Aus dem erfaßten Nehmerdruck p_{Nist} wird in der Steuereinheit C
 sodann mittels deren Rechenglied R gemäß der obigen Beziehung
 5 ein Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsoll} ermittelt. In der Folge
 steuert die Steuereinheit C den Elektromotor M der Stelleinheit
 26 an, bis der mittels der ersten Sensoreinrichtung 104 erfaßte
 Ist-Wert für den Geberdruck p_{Gist} mit dem jeweils vorgegebenen
 Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsoll} übereinstimmt. Mit anderen
 10 Worten gesagt entlastet die Stelleinheit 26 den Geberabschnitt
 der Flüssigkeitssäule in vorbestimmter Weise, so daß am Kupp-
 lungspedal 18 lediglich eine Reaktionskraft von mäßiger Höhe
 spürbar ist, obgleich eine Kupplung 12 mit einer großen Wider-
 standskraft, d.h. Nehmerkraft F_N ausgerückt wird.
 15 Für einen vorgegebenen Geberweg s_{Gistn} ordnet die Steuereinheit
 C, genauer deren Rechenglied R also jedem Nehmerdruck p_{Nistn}
 einen Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsolln} zu, den es durch ge-
 eignete Ansteuerung des Elektromotors M durch die Steuereinheit
 20 C wie beschrieben einzuregeln gilt. Im Ergebnis wird bei einer
 Kupplungsbetätigung die Kupplungskennlinie sozusagen "ge-
 staucht" an das Kupplungspedal 18 zurückgemeldet, wie es die
 Fig. 6 veranschaulicht. Bildet man bei einem vorgegebenen
 Geberweg s_G ein Kräftegleichgewicht am Stellkolben 28, ergibt
 25 sich folgende Beziehung:

$$F_{PN} = F_S + F_{PG}$$

wobei

$$F_{PN} = p_N * A_S \text{ und } F_{PG} = p_G * A_S = F_G/A_G * A_S$$

30

mit A_S : der hydraulischen Wirkfläche des Stellkolbens
 28 (unter der vereinfachenden Annahme, daß
 diese zu beiden Seiten des Stellkolbens 28
 gleich ist).

Demgemäß setzt sich in jedem Punkt der Kupplungskennlinie der für den jeweiligen Aus- bzw. Einrückzustand der Kupplung 12 im Nehmerzylinder 20 aufzubringende Nehmerdruck p_N aus einem

5 Geberkraftanteil F_G/A_G und einem Stellkraftanteil F_S/A_S zusammen. Dies ist ebenfalls in Fig. 6 dargestellt. Hieraus ergibt sich auch, daß, wenn die Stelleinheit 26 z.B. durch ein Versagen des Elektromotors M ausfallen sollte ($F_S = 0$), der Nehmerdruck p_N alleine über die Geberkraft F_G , d.h. von der Bedienperson aufzubringen ist. Die Auslegung der hydraulischen Übersetzung der Betätigungsvorrichtung 10, d.h. die Dimensionierung der hydraulischen Wirkflächen an Geberkolben 16, Stellkolben 28 und Nehmerkolben 22 sollte deshalb zweckmäßig dergestalt erfolgen, daß ein Ausrücken der Kupplung 12 im Versagens-

10 fälle der Stelleinheit 26 mit zumutbaren Kräften noch möglich ist.

Es wurde bereits erwähnt, daß bei einem Verschleiß der Kupplung 12 die Nehmerkraft F_N bedingt durch die Bauart der Kupplung 12 ansteigt. Demgemäß muß mittels der Betätigungsvorrichtung 10 ein höherer Nehmerdruck p_N aufgebracht werden, um die Kupplung 12 auszurücken. In der Fig. 6 ist oberhalb der Kennlinie p_{Nist} mit einer gestrichelten Linie eine weitere Kennlinie p_{NistV} für eine verschlissene Kupplung 12 aufgetragen. Wenn in der Steuereinheit C, genauer deren Rechenglied R stets mit ein und demselben Verstärkungsfaktor k_V gerechnet werden würde, ergäbe sich infolge des Kupplungsverschleißes auch ein erhöhter Sollwert für den Geberdruck p_{Gsol1} (siehe die in Fig. 6 oberhalb des Geberdruckverlaufs p_{Gsol1} mit gestrichelten Linien eingezeichnete Kurve p_{GV}). Bei Einregelung eines solchen erhöhten Soll-

20 Werts für den Geberdruck p_{Gsol1} würde die Bedienperson in Abhängigkeit vom Verschleiß der Kupplung 12 eine dementsprechend erhöhte Reaktionskraft am Kupplungspedal 18 verspüren. Um dies zu vermeiden, weist die Steuereinheit C vorzugsweise ein Korrek-

turglied K auf, mittels dessen der Verstärkungsfaktor k_v in Abhängigkeit vom Verschleiß der Kupplung 12 nach folgender Beziehung korrigierbar ist:

$$k_v = k_{v0} * (p_{Nmax0} + \Delta p_{Nmax}) / p_{Nmax0}$$

wobei

$$\Delta p_{Nmax} = p_{Nmaxist} - p_{Nmax0}$$

- mit k_{v0} : einem in dem Speicherglied S der Steuereinheit C abgelegten, festen Verstärkungsfaktor für eine unverschlissene Kupplung 12,
- p_{Nmax0} : einem in dem Speicherglied S der Steuereinheit C abgelegten Festwert für einen maximalen Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule bei unverschlissener Kupplung 12 und
- $p_{Nmaxist}$: dem vermittelt der zweiten Sensoreinrichtung 108 bei einer Kupplungsbetätigung erfaßten maximalen Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule, den sich die Steuereinheit C durch Ablegen im Speicherglied S "merkt".

Demgemäß findet mit zunehmendem Verschleiß der Kupplung 12 also eine damit einhergehende Erhöhung des Verstärkungsfaktors k_v statt, die dazu führt, daß die Bedienperson unabhängig vom Verschleiß der Kupplung 12 beim Aus- bzw. Einrücken der Kupplung 12 am Kupplungspedal 18 stets den gleichen Reaktionskraftverlauf verspürt. Mit anderen Worten gesagt wird die verschleißbedingte Zunahme der Nehmerkraft F_N durch geänderte Ansteuerung der Stelleinheit 26 kompensiert. In diesem Zusammenhang kann im Hinblick auf ein optimiertes Regelverhalten auch daran gedacht werden, eine Anpassung des Verstärkungsfaktors k_v erst dann vorzunehmen, wenn der erfaßte maximale Nehmerdruck $p_{Nmaxist}$ im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule (ggf. wiederholt) um einen vorbestimmten Betrag von dem in dem Speicherglied S der

- Steuereinheit C abgelegten Festwert p_{Nmax0} für den Nehmerdruck abweicht. Als Alternative zur beschriebenen Vorgehensweise können zur Anpassung des Verstärkungsfaktors k_v im übrigen natürlich auch die Druckverhältnisse im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule herangezogen werden, die mittels der ersten Sensoreinrichtung 104 erfaßt werden (in der obigen Beziehung wären dann lediglich die Indizes N für Nehmerzylinder durch G für Geberzylinder zu ersetzen).
- 10 Schließlich kann beim zweiten Ausführungsbeispiel die Steuereinheit C auch so ausgebildet sein, daß in deren Speicherglied S verschiedene Verstärkungsfaktoren k_v abgelegt sind, von denen die Bedienperson jeweils einen anwählen bzw. voreinstellen kann, z.B. mittels eines Vorwählschalters (nicht gezeigt), um
- 15 das Betätigungsgefühl der Betätigungsvorrichtung 10 individuell den Bedürfnissen der Bedienperson anzupassen.

Im Folgenden soll das dritte Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 7 und 8 nur insoweit beschrieben werden, als es sich von den vorherigen Ausführungsbeispielen unterscheidet.

20 In diesem Zusammenhang wurde eingangs bereits erwähnt, daß sich das dritte Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 vom zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 im Hinblick auf die Sensorik und das Regelprinzip unterscheidet. So ist beim dritten Ausführungsbeispiel mittels der zweiten Sensoreinrichtung 110 der Stellweg s_{Sist} des Stellkolbens 28 - alternativ der Nehmerweg s_{Nist} des Nehmerkolbens 22 oder der Geberweg s_{Gist} des Geberkolbens 16, wie in Fig. 7 mit den gestrichelten Kästchen unterhalb des Geberzylinders 14 bzw. des Nehmerzylinders 20 angedeutet - als

25 Führungsgröße erfaßbar. Die erste Sensoreinrichtung 106 hingegen dient wiederum der Erfassung des Geberdrucks p_{Gist} im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule als Regelgröße. Als Alternative hierzu kann auch die Geberkraft F_{Gist} als Regelgröße,

30

etwa mittels eines an der Kolbenstange 42 vorgesehenen Kraft-sensors 106' (siehe Fig. 7), erfaßt werden.

Beim dritten Ausführungsbeispiel ist nun in der Steuereinheit C in Abhängigkeit von dem erfaßten Stellweg s_{Sist} des Stellkolbens 28 (bzw. Nehmerweg s_{Nist} des Nehmerkolbens 22 oder Geberweg s_{Gist} des Geberkolbens 16) ein Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsoll} (bzw. die Geberkraft F_{Gsoll}) ermittelbar, worauf der ermittelte Geberdruck p_{Gsoll} (bzw. die ermittelte Geberkraft F_{Gsoll}) über den von der Steuereinheit C angesteuerten Elektromotor M der Stell-einheit 26 wie weiter oben schon beschrieben einregelbar ist. Dabei weist die Steuereinheit C wiederum ein Speicherglied S auf, in dem jetzt aber ein Wunschverlauf ($p_{Gsoll} = f(s_{Sist})$, $p_{Gsoll} = f(s_{Nist})$, $p_{Gsoll} = f(s_{Gist})$, $F_{Gsoll} = f(s_{Sist})$, $F_{Gsoll} = f(s_{Nist})$ bzw. $F_{Gsoll} = f(s_{Gist})$) der Regelgröße p_G bzw. F_G über der Führungsgröße s_S , s_N bzw. s_G abgelegt ist, aus dem für jeden mittels der zweiten Sensoreinrichtung 110 erfaßten Ist-Wert der Führungsgröße s_{Sist} , s_{Nist} bzw. s_{Gist} ein zugeordneter Soll-Wert für die Regelgröße p_{Gsoll} bzw. F_{Gsoll} bestimmbar ist.

Dies veranschaulicht die Fig. 8 für die Sensoranordnung 106, 110 gemäß Fig. 7, wobei der Wunschverlauf $p_{Gsoll} = f(s_{Sist})$ im dargestellten Ausführungsbeispiel aus drei Geraden mit unterschiedlicher Steigung und sich umkehrenden Vorzeichen zusammengesetzt ist, so daß bei einer Kupplungsbetätigung die am Kupplungspedal 18 spürbare Reaktionskraft zunächst ansteigt, dann geringfügig abfällt bevor sie nach Überschreiten des Auskuppel-punktes AK durch einen im Verhältnis starken Anstieg das Ende des Ausrückvorgangs anzeigt.

Wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel schiebt beim dritten Ausführungsbeispiel bei einem Niedertreten des Kupplungspedals 18 durch die Bedienperson der Geberkolben 16 den Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule zwischen Geberkolben 16 und Stellkolben

28, den Stellkolben 28, den Nehmerabschnitt der Flüssigkeits-
säule zwischen Stellkolben 28 und Nehmerkolben 22 sowie den
Nehmerkolben 22 vor sich her, wobei der Geberkolben 16 bzw. der
Stellkolben 28 die hydraulische Verbindung des jeweiligen
5 Druckraums 34 bzw. 76 mit dem Vorratsbehälter 40 trennt, so daß
sich wiederum ein Geberdruck p_G bzw. Nehmerdruck p_N im jeweili-
gen Abschnitt der Flüssigkeitssäule aufbaut. Der dabei aktuell
vom Stellkolben 28 zurückgelegte Stellweg S_{Sist} - in Fig. 8 ex-
emplarisch für einen beliebigen Zeitpunkt mit S_{Sistn} eingezeich-
10 net - wird mittels der zweiten Sensoreinrichtung 110 erfaßt und
über die Signalleitung 96 der Steuereinheit C zugeführt. In der
Steuereinheit C wird sodann für den jeweiligen Stellweg S_{Sistn}
der diesem zugeordnete Soll-Wert für den Geberdruck p_{Gsolln} er-
mittelt. In der Folge wird dieser Soll-Wert p_{Gsolln} in der Steu-
15 ereinheit C mit dem mittels der ersten Sensoreinrichtung 106
aktuell erfaßten Ist-Wert für den Geberdruck p_{Gistn} verglichen.
Besteht hier eine Abweichung zwischen dem Ist-Wert und dem
Soll-Wert, ist der aktuelle Ist-Wert für den Geberdruck p_{Gistn}
z.B. höher als der ermittelte Soll-Wert für den Geberdruck
20 p_{Gsolln} , steuert die Steuereinheit C den Elektromotor M der
Stelleinheit 26 an, um diese Abweichung auszuregeln, in dem
angesprochenen Beispiel würde die Stelleinheit 26 durch Auf-
bringung einer Stellkraft F_S am Stellkolben 28 den Geberab-
schnitt also druckentlasten.

25

Es ist ersichtlich, daß die Bedienperson über das Kupplungs-
pedal 18 somit nur eine Reaktionskraft entsprechend dem im
Speicherglied S der Steuereinheit C abgelegten Wunschverlauf
 $p_{Gsoll} = f(S_{Sist})$ erfährt, während die Stelleinheit 26 zu dem für
30 den jeweiligen Ausrückzustand der Kupplung 12 von der Bedien-
person aufgebrauchten Geberkraftanteil F_G/A_G quasi automatisch
den jeweils benötigten Stellkraftanteil F_S/A_S beisteuert (siehe
Fig. 8). Im Falle eines Verschleißes der Kupplung 12, bei dem,
wie bereits erwähnt, die Nehmerkraft F_N und somit der Nehmer-

druck p_N ansteigt (vergl. die gestrichelten Verschleißkurven p_{NistV} bzw. F_{NistV} in den Fig. 8 bzw. 10), ist es bei dem dritten Ausführungsbeispiel demgemäß auch nicht notwendig, in die Regelung der Stelleinheit 26 einzugreifen, der Verschleiß wird
5 vielmehr durch die Stelleinheit 26 kräftemäßig automatisch kompensiert. Allerdings muß die Stelleinheit 26 hierfür so ausgelegt sein, daß sie den für den jeweiligen Ausrückzustand der Kupplung 12 benötigten Stellkraftanteil F_S/A_S auch beizusteuern vermag. Im übrigen müßte, wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, die Bedienperson im Falle eines Ausfalls der Stelleinheit 26 die zum Ausrücken der Kupplung 12 benötigte Kraft rein
10 manuell aufbringen, was bei der Dimensionierung der Stelleinheit 26 und der Auswahl der hydraulischen Übersetzungen in der Betätigungsvorrichtung 10 ebenfalls zu berücksichtigen ist.

15 Bliebe zum dritten Ausführungsbeispiel noch anzumerken, daß in dem Speicherglied S der Steuereinheit C auch weitere, von der Kupplungskennlinie p_{Nist} bzw. F_{Nist} unabhängige Wunschverläufe ($p_{Gsoll} = f(S_{Sist})$, $p_{Gsoll} = f(S_{Nist})$, $p_{Gsoll} = f(S_{Gist})$, $F_{Gsoll} = f(S_{Sist})$,
20 $F_{Gsoll} = f(S_{Nist})$ bzw. $F_{Gsoll} = f(S_{Gist})$) für die erwünschte Reaktionsgröße (p_G bzw. F_G) abgelegt sein können, von denen die Bedienperson jeweils einen anwählen bzw. voreinstellen kann, um das Betätigungsgefühl der Betätigungsvorrichtung 10 individuell den Vorstellungen der Bedienperson anzupassen.

25 Das in Fig. 9 dargestellte vierte Ausführungsbeispiel der Betätigungsvorrichtung 10 unterscheidet sich von den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen vornehmlich in der Verschaltung der einzelnen Komponenten. Die Sensorik und das Regelprinzip bei dem vierten Ausführungsbeispiel sind allerdings mit der
30 Sensorik und dem Regelprinzip beim dritten Ausführungsbeispiel vergleichbar, so daß die diesbezüglichen Ausführungen dementsprechend kurz ausfallen können.

Gemäß Fig. 9 ist jetzt der Geberkolben 16 zur Reihenschaltung von Geberkolben 16 und Stellkolben 28 zwischen dem Stellkolben 28 und dem Nehmerkolben 22 angeordnet, wobei der Geberkolben 16 die Flüssigkeitssäule zwischen dem Stellkolben 28 und dem Nehmerkolben 22 in einen Servoabschnitt zwischen Stellkolben 28 und Geberkolben 16 und einen Druckabschnitt zwischen Geberkolben 16 und Nehmerkolben 22 unterteilt. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens 28 über das mittels des Elektromotors M der Stelleinheit 26 antreibbare Getriebe 30 die auf den Druckabschnitt der Flüssigkeitssäule wirkende Kraft mittelbar über den Servoabschnitt der Flüssigkeitssäule definiert angehoben werden.

Demgemäß hat die Stelleinheit 26 wie bei dem unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel wieder nur einen Druckraum 76, der allerdings im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel bedingt durch die Kreistrennung mittels des Geberkolbens 16 in der federvorgespannten Grundstellung des Stellkolbens 28 über die Nachlaufleitung 38 mit dem Vorratsbehälter 40 kommuniziert. Der Geberzylinder 14 hingegen hat auf der in Fig. 9 rechten Seite des Geberkolbens 16 einen weiteren Druckraum 112, der vom Geberkolben 16 druckdicht und variabel begrenzt wird. In den Druckraum 112 erstreckt sich die Kolbenstange 42 geeignet abgedichtet hinein, so daß deren in Fig. 9 linkes Ende betätigungswirksam am Geberkolben 16 anliegt. Während der Druckraum 50 im Nehmerzylinder 20 mit dem ersten Druckraum 34 im Geberzylinder 14 über die Druckleitung 86 verbunden ist, verbindet eine weitere Druckleitung 114 den zweiten Druckraum 112 des Geberzylinders 14 mit dem Druckraum 76 der Stelleinheit 26.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel dient nun die zweite Sensoreinrichtung 118 dazu, den Geberweg s_{Gist} des Geberkolbens 16 als Führungsgröße zu erfassen. Alternativ dazu könnte - wie bei dem dritten Ausführungsbeispiel - den jeweiligen Einbauerfor-

dernissen entsprechend mittels der zweiten Sensoreinrichtung 118 allerdings auch der Nehmerweg s_{Nist} des Nehmerkolbens 22 oder der Stellweg s_{Sist} des Stellkolbens 28 als Führungsgröße erfaßt werden. Dies ist in Fig. 9 durch die gestrichelten Käst-
5 chen unterhalb des Nehmerzylinders 20 bzw. der Stelleinheit 26 angedeutet. Mittels der ersten Sensoreinrichtung 116 hingegen ist die Geberkraft F_{Gist} als Regelgröße erfaßbar, was wie in Fig. 9 dargestellt durch einen Kraftsensor - in direkter Weise z.B. durch ein Piezoelement oder in indirekter Weise beispiels-
10 weise durch einen Dehnmeßstreifen - an der Kolbenstange 42 erfolgen kann.

Analog dem dritten Ausführungsbeispiel ist bei dem vierten Ausführungsbeispiel des weiteren in der Steuereinheit C in Abhän-
15 gigkeit von dem erfaßten Geberweg s_{Gist} (bzw. Nehmerweg s_{Nist} oder Stellweg s_{Sist}) ein Soll-Wert für die Geberkraft F_{Gsoll} ermittelbar, worauf die ermittelte Geberkraft F_{Gsoll} über den von der Steuereinheit C angesteuerten Elektromotor M der Stelleinheit 26 einregelbar ist. Hierbei ist wiederum die Steuereinheit
20 C mit einem Speicherglied S versehen, in dem ein Wunschverlauf ($F_{Gsoll} = f(s_{Gist})$ bzw. $F_{Gsoll} = f(s_{Nist})$ oder $F_{Gsoll} = f(s_{Sist})$) der Regelgröße, d.h. der Geberkraft F_G über der Führungsgröße, d.h. dem Geberweg s_G (bzw. Nehmerweg s_N oder Stellweg s_S) abgelegt ist (vergl. Fig. 10).

25 Im Ergebnis ist wie bei dem dritten Ausführungsbeispiel auf diese Weise jedem mittels der zweiten Sensoreinrichtung 118 erfaßten Ist-Wert der Führungsgröße s_{Gist} (bzw. s_{Nist} oder s_{Sist}) ein bestimmter Soll-Wert für die Regelgröße F_{Gsoll} zugeordnet.
30 Weicht das ermittelte Wertepaar F_{Gsoll}/s_{Gist} von dem erfaßten Wertepaar F_{Gist}/s_{Gist} ab, erfolgt über die Steuereinheit C eine Ansteuerung des Elektromotors M der Stelleinheit 26 bis keine Abweichung mehr vorliegt.

Für den Fachmann ist ersichtlich, daß grundsätzlich auch andere Sensoren als bisher beschrieben und in den Figuren gezeigt eingesetzt werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So können z.B. anstelle der Hubwege s_G , s_N bzw. s_S der Kolben, d.h. der erwähnten Weggrößen auch dazu proportionale Größen erfaßt und geeignet ausgewertet werden, etwa (1) mittels eines Winkelwertgebers am Kupplungspedal 18 zur Erfassung der Winkelstellung des Kupplungspedals 18 bezüglich des Pedalbocks 44, die wiederum repräsentativ für den Geberweg s_G ist, (2) mittels eines Winkelwertgebers am Ausrückhebel 24 zur Erfassung der Winkelstellung des Ausrückhebels 24 bezüglich des Umlenkbücks 54, die repräsentativ für den Nehmerweg s_N ist, und/oder (3) mittels eines Drehstellungsgebers an der Spindelmutter 82 des Getriebes 30, aus dessen Signalen bei bekannter Steigung der Kugelrollspindel 80 auf den Stellweg s_S des Stellkolbens 28 zurückgeschlossen werden kann.

Es wird eine hydraulische Betätigungsvorrichtung für eine Kraftfahrzeug-Reibkupplung offenbart, mit einem Geberzylinder, dessen Geberkolben über ein Betätigungsorgan mit einer Geberkraft beaufschlagbar und um einen Geberweg verschiebbar ist, und einem Nehmerzylinder, der einen mit dem Geberkolben über eine Flüssigkeitssäule hydraulisch in Reihe geschalteten, mit einem Ausrückorgan der Kraftfahrzeug-Reibkupplung wirkverbundenen Nehmerkolben aufweist. Erfindungsgemäß ist eine Stelleinheit vorgesehen, die in einer Variante einen mit dem Geberkolben hydraulisch in Reihe geschalteten Stellkolben hat, welcher über ein elektromotorisch antreibbares Getriebe kraftbeaufschlagbar und verschiebbar ist, sowie eine Steuereinheit, mittels der die Stelleinheit in Abhängigkeit von insbesondere einer Gebergröße ansteuerbar ist, um durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens die auf die Flüssigkeitssäule wirkende Kraft zu erhöhen. Im Ergebnis wird eine einfache, kompakte Betätigungsvorrichtung geschaffen, mittels der auch kräftig dimensionierte Kupplungen betätigbar sind, ohne daß dies ein verglichen

mit herkömmlichen Betätigungsvorrichtungen anderes Pedalgefühl bedingt.

BEZUGSZEICHENLISTE:

	10	Betätigungsvorrichtung
	12	Kupplung
5	14	Geberzylinder
	16	Geberkolben
	18	Kupplungspedal
	20	Nehmerzylinder
	22	Nehmerkolben
10	24	Ausrückhebel
	26	Stelleinheit
	28	Stellkolben
	30	Getriebe
	32	Zylindergehäuse
15	34	Druckraum
	36	Rückstellfeder
	38	Nachlaufleitung
	40	Vorratsbehälter
	42	Kolbenstange
20	44	Pedalbock
	46	Druckplatte
	48	Zylindergehäuse
	50	Druckraum
	52	Druckstange
25	54	Umlenkbock
	56	Ausrücklager
	58	Ausrückmechanismus
	60	Druckplatte
	62	Schwungrad
30	64	Kurbelwelle
	66	Anpreßfeder
	68	Getriebeeingangswelle
	70	Kupplungsscheibe
	72	Vorlastfeder
35	74	Zylindergehäuse

	76	Druckraum
	78	Vorspannfeder
	80	Kugelrollspindel
	82	Spindelmutter
5	84	Stromleitung
	86	Druckleitung
	88	Druckleitung
	90	erste Sensoreinrichtung
	92	Signalleitung
10	94	zweite Sensoreinrichtung
	96	Signalleitung
	98	Druckraum
	100	Druckleitung
	102	Druckleitung
15	104, 104'	erste Sensoreinrichtung
	106, 106'	erste Sensoreinrichtung
	108	zweite Sensoreinrichtung
	110	zweite Sensoreinrichtung
	112	Druckraum
20	114	Druckleitung
	116	erste Sensoreinrichtung
	118	zweite Sensoreinrichtung
	C	Steuereinheit
25	K	Korrekturglied
	M	Elektromotor
	R	Rechenglied
	S	Speicherglied
30	A_G	hydraulische Wirkfläche des Geberkolbens
	A_N	hydraulische Wirkfläche des Nehmerkolbens
	A_S	hydraulische Wirkfläche des Stellkolbens
	AK	Auskuppelpunkt
	AT_G	Anteil des durch den Geberzylinder beige-
35		steuerten Volumens

	AT_S	Anteil des durch die Stelleinheit beige- steuerten Volumens
	F_G	Geberkraft
	F_N	Nehmerkraft
5	F_S	Stellkraft
	k_U	Übersetzungsfaktor
	k_V	Verstärkungsfaktor
	p_G	Geberdruck
	p_N	Nehmerdruck
10	s_G	Geberweg
	s_N	Nehmerweg
	s_S	Stellweg
	ΔV_N	Volumenaufnahme des Nehmerzylinders

PATENTANSPRÜCHE:

1. Hydraulische Betätigungsvorrichtung (10) für eine Kraft-
fahrzeug-Reibkupplung (12), mit einem Geberzylinder (14), des-
5 sen Geberkolben (16) über ein Betätigungsorgan (18) als Geber-
größen mit einer Geberkraft (F_G) beaufschlagbar und um einen
Geberweg (s_G) verschiebbar ist, und einem Nehmerzylinder (20),
der einen mit dem Geberkolben (16) über eine Flüssigkeitssäule
hydraulisch in Reihe geschalteten Nehmerkolben (22) aufweist,
10 welcher mit einem Ausrückorgan (24) der Kraftfahrzeug-Reibkupp-
lung (12) wirkverbunden ist, **gekennzeichnet durch** eine Stell-
einheit (26), die einen mit dem Geberkolben (16) hydraulisch in
Reihe oder parallel dazu geschalteten Stellkolben (28) hat,
welcher über ein mittels eines Elektromotors (M) antreibbares
15 Getriebe (30) kraftbeaufschlagbar und verschiebbar ist, und
eine Steuereinheit (C), mittels der der Elektromotor (M) in Ab-
hängigkeit von einer der Gebergrößen (F_G ; s_G) oder einer dazu
im wesentlichen proportionalen Größe (p_G) ansteuerbar ist, um
im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben (16) und Stellkol-
20 ben (28) durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens (28) die
auf die Flüssigkeitssäule wirkende Kraft definiert zu erhöhen
oder im Falle der Parallelschaltung von Geberkolben (16) und
Stellkolben (28) durch Verschiebung des Stellkolbens (28) das
Volumen der Flüssigkeitssäule definiert zu vergrößern.

25

2. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** zur Erfassung der Gebergröße (F_{Gist} ; s_{Gist})
oder der dazu im wesentlichen proportionalen Größe (p_{Gist}) eine
erste Sensoreinrichtung (90; 104; 104'; 106; 106'; 116) vorge-
30 sehen ist, die mit der Steuereinheit (C) signalverbunden ist.

3. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** zur Erfassung einer von der mittels der
ersten Sensoreinrichtung (90; 104; 104'; 106; 106'; 116) erfaß-

ten Größe (F_{Gist} ; S_{Gist} ; p_{Gist}) verschiedenen Größe eine zweite Sensoreinrichtung (94; 108; 110; 118) vorgesehen ist, die mit der Steuereinheit (C) signalverbunden ist.

5 4. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Geberzylinder (14) mit dem Nehmerzylinder (20) mittels einer ersten Druckleitung (86) hydraulisch verbunden ist, in der die Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben (16) und dem Nehmerkolben (22) ver-
10 schiebbar ist, wobei die Stelleinheit (26) zur Parallelschaltung von Geberkolben (16) und Stellkolben (28) über eine zweite Druckleitung (88) hydraulisch an die erste Druckleitung (86) angeschlossen ist, so daß durch Verschiebung des Stellkolbens (28) über das mittels des Elektromotors (M) antreibbare Ge-
15 triebe (30) das Volumen der Flüssigkeitssäule zwischen dem Geberkolben (16) und dem Nehmerkolben (22) definiert vergrößerbar ist.

5. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der ersten Sensoreinrichtung (90) der Geberweg (S_{Gist}) als Führungsgröße erfaßbar ist, während mittels der zweiten Sensoreinrichtung (94) ein Stellweg (S_{Sist}) des Stellkolbens (28) oder ein Nehmerweg (S_{Nist}) des Nehmerkolbens (22) als Regelgröße erfaßbar ist, wobei in der Steuereinheit (C) in Abhängigkeit von dem erfaßten Geberweg (S_{Gist}) ein Soll-Wert für den Stellweg (S_{Soll}) des Stellkolbens (28) oder den Nehmerweg (S_{Nsoll}) des Nehmerkolbens (22) ermittelbar ist, und wobei der ermittelte Stellweg (S_{Soll}) oder Nehmerweg (S_{Nsoll}) über den von der Steuereinheit (C) angesteuerten Elektromotor
25 (M) der Stelleinheit (26) einregelbar ist.
30

6. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (C) ein Rechenglied (R) aufweist, mittels dessen der Soll-Wert für den Stellweg (S_{Soll})

bzw. den Nehmerweg ($S_{N\text{soll}}$) nach folgender Beziehung ermittelbar ist:

$$S_{S\text{soll}} = k_U * S_{G\text{ist}} \text{ bzw. } S_{N\text{soll}} = k_U * S_{G\text{ist}}$$

5

mit $S_{G\text{ist}}$: dem vermittelt der ersten Sensoreinrichtung (90) erfaßten Geberweg des Geberkolbens (16) und

k_U : einem in einem Speicherglied (S) der Steuereinheit (C) abgelegten Übersetzungsfaktor.

10

7. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Übersetzungsfaktor (k_U) konstant ist.

15 8. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stellkolben (28) zur Reihenschaltung von Geberkolben (16) und Stellkolben (28) zwischen dem Geberkolben (16) und dem Nehmerkolben (22) angeordnet ist, wobei der Stellkolben (28) die Flüssigkeitssäule zwischen dem
20 Geberkolben (16) und dem Nehmerkolben (22) in einen Geberabschnitt zwischen Geberkolben (16) und Stellkolben (28) und einen Nehmerabschnitt zwischen Stellkolben (28) und Nehmerkolben (22) unterteilt, und wobei durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens (28) über das mittels des Elektromotors (M) an-
25 treibbare Getriebe (30) die auf den Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule wirkende Kraft definiert anhebbar ist.

9. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der zweiten Sensoreinrichtung (108)
30 ein Nehmerdruck ($p_{N\text{ist}}$) im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule als Führungsgröße erfaßbar ist, während mittels der ersten Sensoreinrichtung (104; 104') ein Geberdruck ($p_{G\text{ist}}$) im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule oder die Geberkraft ($F_{G\text{ist}}$) als Regelgröße erfaßbar ist, wobei in der Steuereinheit (C) in Ab-

hängigkeit von dem erfaßten Nehmerdruck (p_{Nist}) ein Soll-Wert für den Geberdruck (p_{Gsol1}) oder die Geberkraft (F_{Gsol1}) ermittelbar ist, und wobei der ermittelte Geberdruck (p_{Gsol1}) oder die ermittelte Geberkraft (F_{Gsol1}) über den von der Steuereinheit (C) angesteuerten Elektromotor (M) der Stelleinheit (26) einregelbar ist.

10. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (C) ein Rechenglied (R) aufweist, mittels dessen der Soll-Wert für den Geberdruck (p_{Gsol1}) bzw. die Geberkraft (F_{Gsol1}) nach folgender Beziehung ermittelbar ist:

$$p_{Gsol1} = 1/k_V * p_{Nist} \text{ bzw. } F_{Gsol1} = A_G/k_V * p_{Nist}$$

15

mit p_{Nist} : dem vermittels der zweiten Sensoreinrichtung (108) erfaßten Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule,
 k_V : einem in einem Speicherglied (S) der Steuereinheit (C) abgelegten Verstärkungsfaktor und
 A_G : der hydraulischen Wirkfläche des Geberkolbens (16).

20

11. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (C) ein Korrekturglied (K) aufweist, mittels dessen der Verstärkungsfaktor (k_V) in Abhängigkeit vom Kupplungsverschleiß nach folgender Beziehung korrigierbar ist:

25

30

$$k_V = k_{V0} * (p_{Nmax0} + \Delta p_{Nmax}) / p_{Nmax0}$$

wobei

$$\Delta p_{Nmax} = p_{Nmaxist} - p_{Nmax0}$$

mit k_{v0} : einem in dem Speicherglied (S) der Steuereinheit (C) abgelegten, festen Verstärkungsfaktor für eine unverschlossene Kupplung (12),
5 p_{Nmax0} : einem in dem Speicherglied (S) der Steuereinheit (C) abgelegten Festwert für einen maximalen Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule bei unverschlossener Kupplung (12) und
10 $p_{Nmaxist}$: dem vermittelt der zweiten Sensoreinrichtung (108) erfaßten maximalen Nehmerdruck im Nehmerabschnitt der Flüssigkeitssäule.

12. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der zweiten Sensoreinrichtung (110) ein Nehmerweg (s_{Nist}) des Nehmerkolbens (22), ein Stellweg (s_{Sist}) des Stellkolbens (28) oder der Geberweg (s_{Gist}) des Geberkolbens (16) als Führungsgröße erfaßbar ist, während mittels der ersten Sensoreinrichtung (106; 106') ein Geberdruck (p_{Gist}) im Geberabschnitt der Flüssigkeitssäule oder die Geberkraft (F_{Gist}) als Regelgröße erfaßbar ist, wobei in der Steuereinheit (C) in Abhängigkeit von dem erfaßten Nehmerweg (s_{Nist}), Stellweg (s_{Sist}) oder Geberweg (s_{Gist}) ein Soll-Wert für den Geberdruck (p_{Gsoll}) oder die Geberkraft (F_{Gsoll}) ermittelbar ist,
20 und wobei der ermittelte Geberdruck (p_{Gsoll}) oder die ermittelte Geberkraft (F_{Gsoll}) über den von der Steuereinheit (C) angesteuerten Elektromotor (M) der Stelleinheit (26) einregelbar ist.

13. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis
30 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Geberkolben (16) zur Reihenschaltung von Geberkolben (16) und Stellkolben (28) zwischen dem Stellkolben (28) und dem Nehmerkolben (22) angeordnet ist, wobei der Geberkolben (16) die Flüssigkeitssäule zwischen dem Stellkolben (28) und dem Nehmerkolben (22) in einen Servoab-

schnitt zwischen Stellkolben (28) und Geberkolben (16) und einen Druckabschnitt zwischen Geberkolben (16) und Nehmerkolben (22) unterteilt, und wobei durch Kraftbeaufschlagung des Stellkolbens (28) über das mittels des Elektromotors (M) antreibbare Getriebe (30) die auf den Druckabschnitt der Flüssigkeitssäule wirkende Kraft definiert anhebbar ist.

14. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der zweiten Sensoreinrichtung (118) ein Nehmerweg (S_{Nist}) des Nehmerkolbens (22), der Geberweg (S_{Gist}) des Geberkolbens (16) oder ein Stellweg (S_{Sist}) des Stellkolbens (28) als Führungsgröße erfaßbar ist, während mittels der ersten Sensoreinrichtung (116) die Geberkraft (F_{Gist}) als Regelgröße erfaßbar ist, wobei in der Steuereinheit (C) in Abhängigkeit von dem erfaßten Nehmerweg (S_{Nist}), Geberweg (S_{Gist}) oder Stellweg (S_{Sist}) ein Soll-Wert für die Geberkraft (F_{Gsoll}) ermittelbar ist, und wobei die ermittelte Geberkraft (F_{Gsoll}) über den von der Steuereinheit (C) angesteuerten Elektromotor (M) der Stelleinheit (26) einregelbar ist.

15. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 12 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (C) ein Speicherglied (S) aufweist, in dem ein Wunschverlauf ($p_{Gsoll} = f(S_{Sist})$; $F_{Gsoll} = f(S_{Gist})$) der Regelgröße (p_G ; F_G) über der Führungsgröße (S_N ; S_S ; S_G) abgelegt ist, aus dem für jeden mittels der zweiten Sensoreinrichtung (110; 118) erfaßten Ist-Wert der Führungsgröße (S_{Nist} ; S_{Sist} ; S_{Gist}) ein zugeordneter Soll-Wert für die Regelgröße (p_{Gsoll} ; F_{Gsoll}) bestimmbar ist.

16. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Geberkolben (16) mittels einer Rückstellfeder (36) in eine Grundstellung vorgespannt ist, in der der Druckraum (34) des Geberzylinders (14) mit einem Vorratsbehälter (40) hydraulisch verbunden ist.

17. Betätigungsvorrichtung (10) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Falle der Reihenschaltung von Geberkolben (16) und Stellkolben (28) auch der Stellkolben (28) mittels
5 einer Vorspannfeder (78) in eine Grundstellung vorgespannt ist, in der ein Druckraum (76) der Stelleinheit (26) mit einem Vorratsbehälter (40) hydraulisch verbunden ist.

18. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden
10 Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** es sich bei dem Getriebe (30) der Stelleinheit (26) um einen Spindeltrieb handelt.

19. Betätigungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** es sich bei dem Elektro-
15 motor (M) der Stelleinheit (26) um einen bürstenlosen Gleichstrommotor handelt.

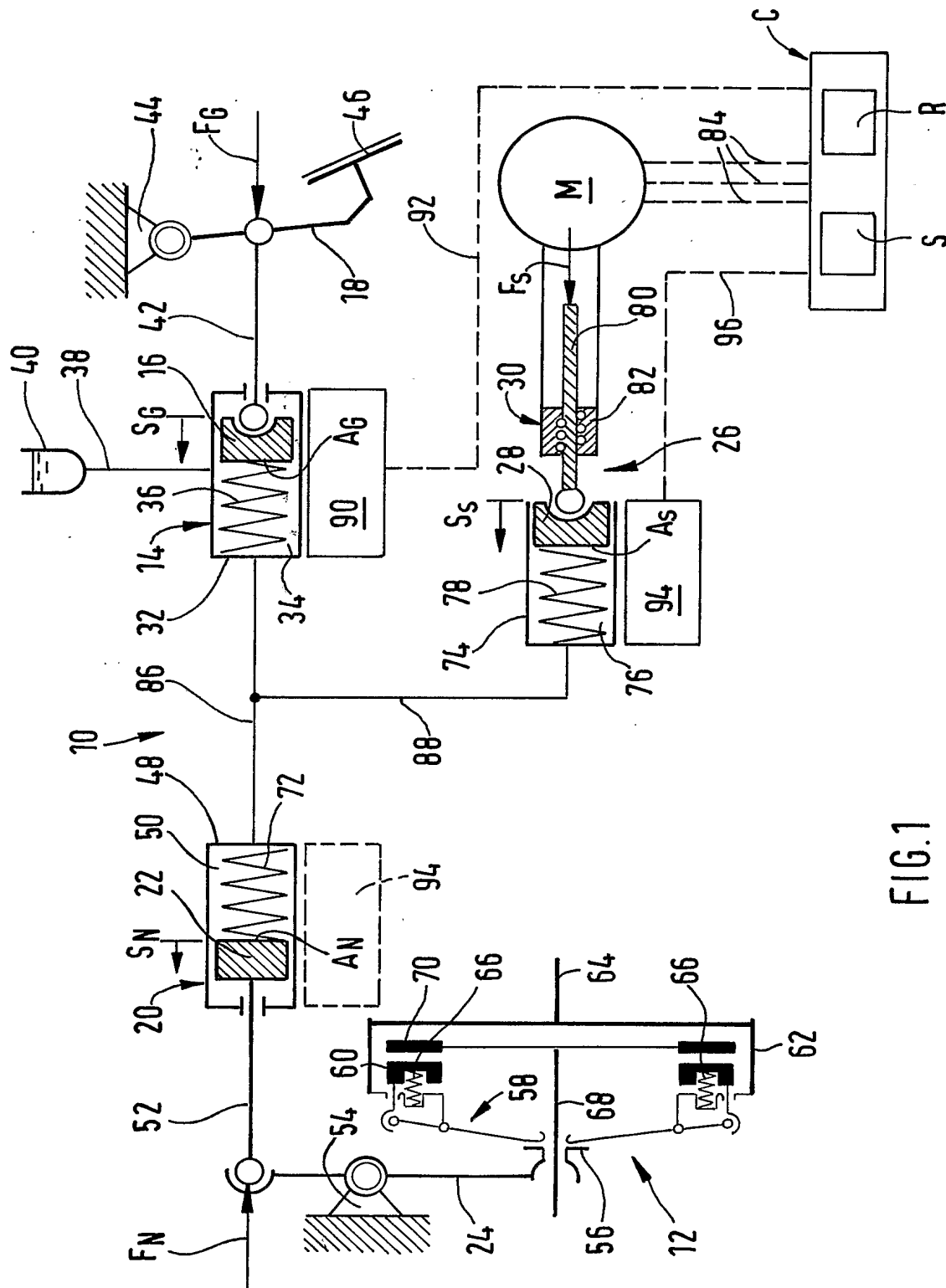
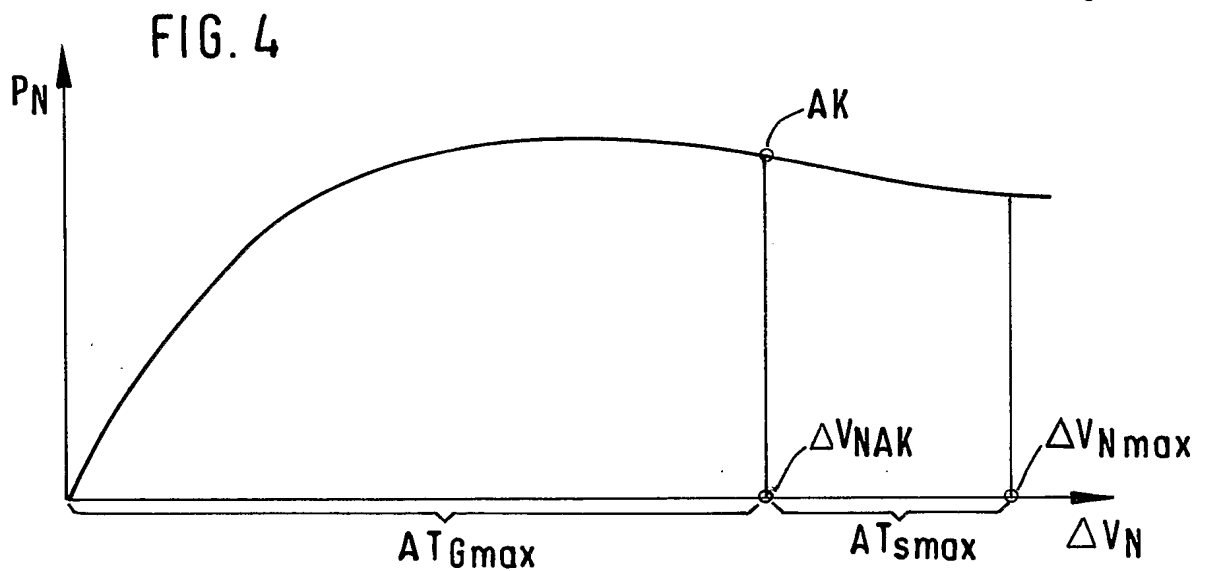
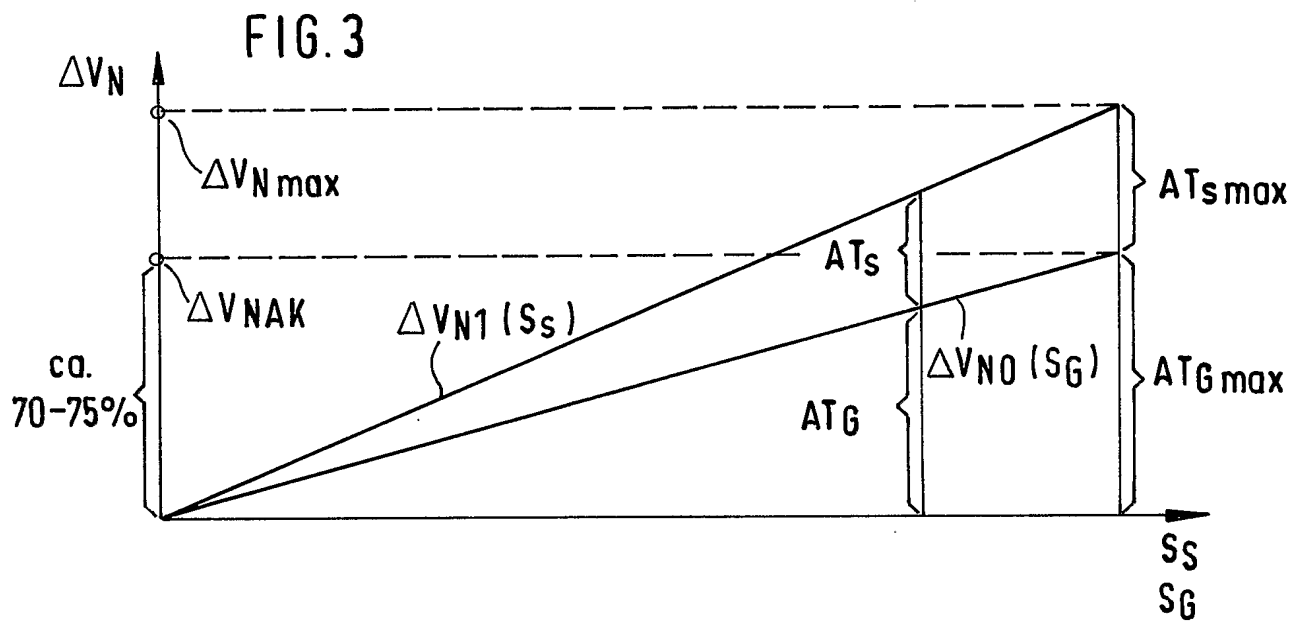
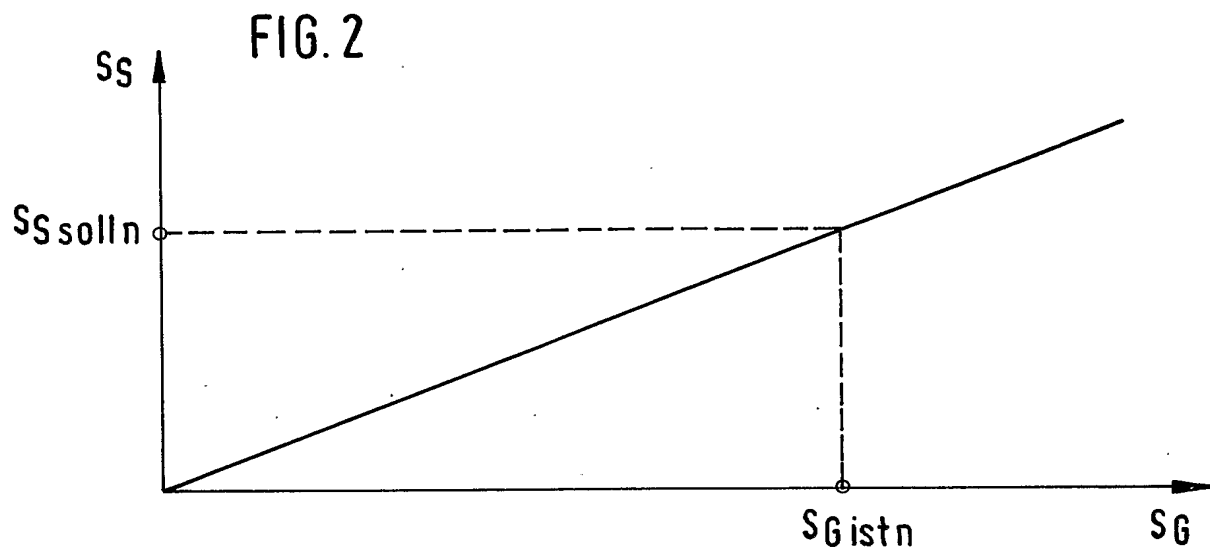


FIG.1

2/7



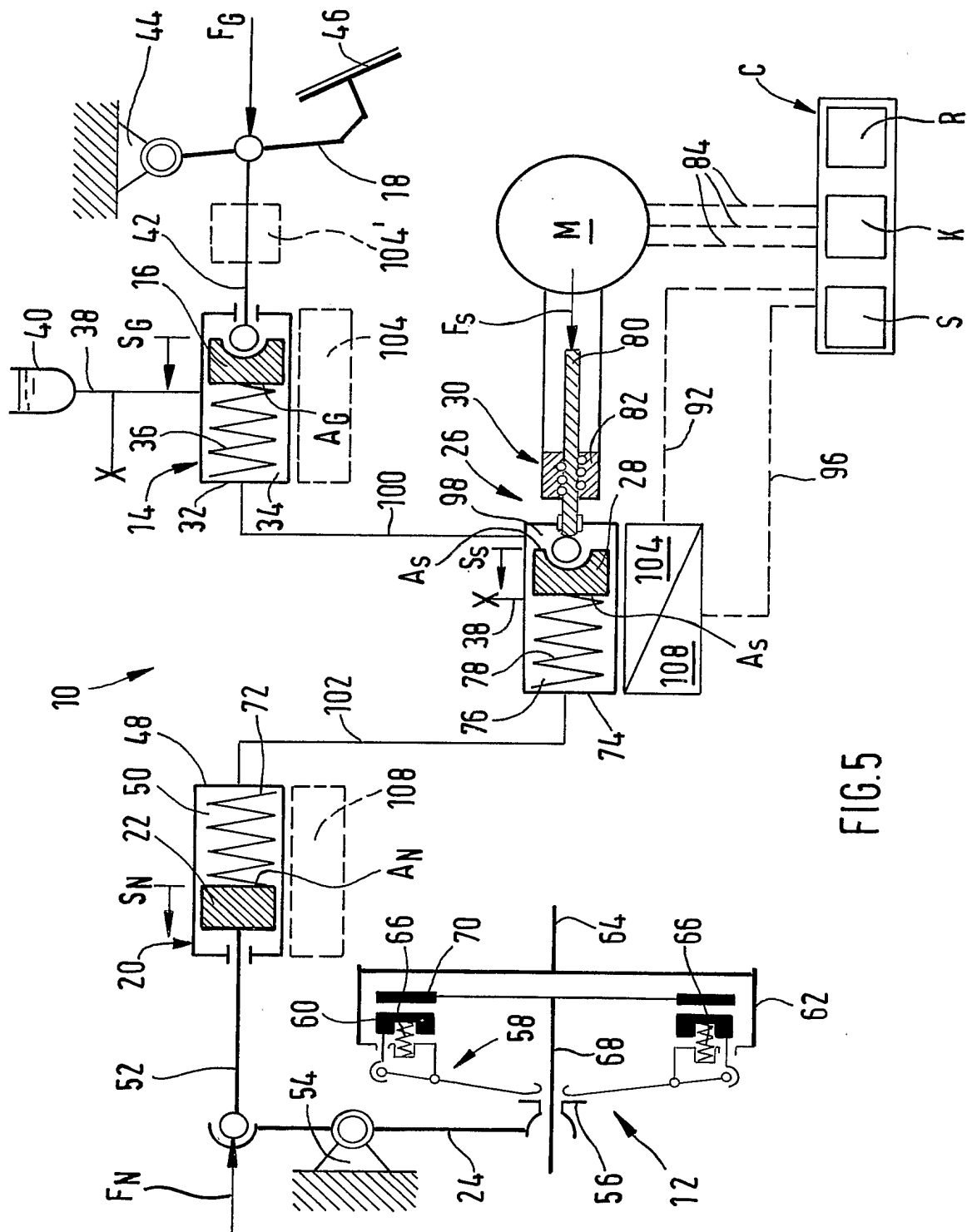


FIG. 5

4/7

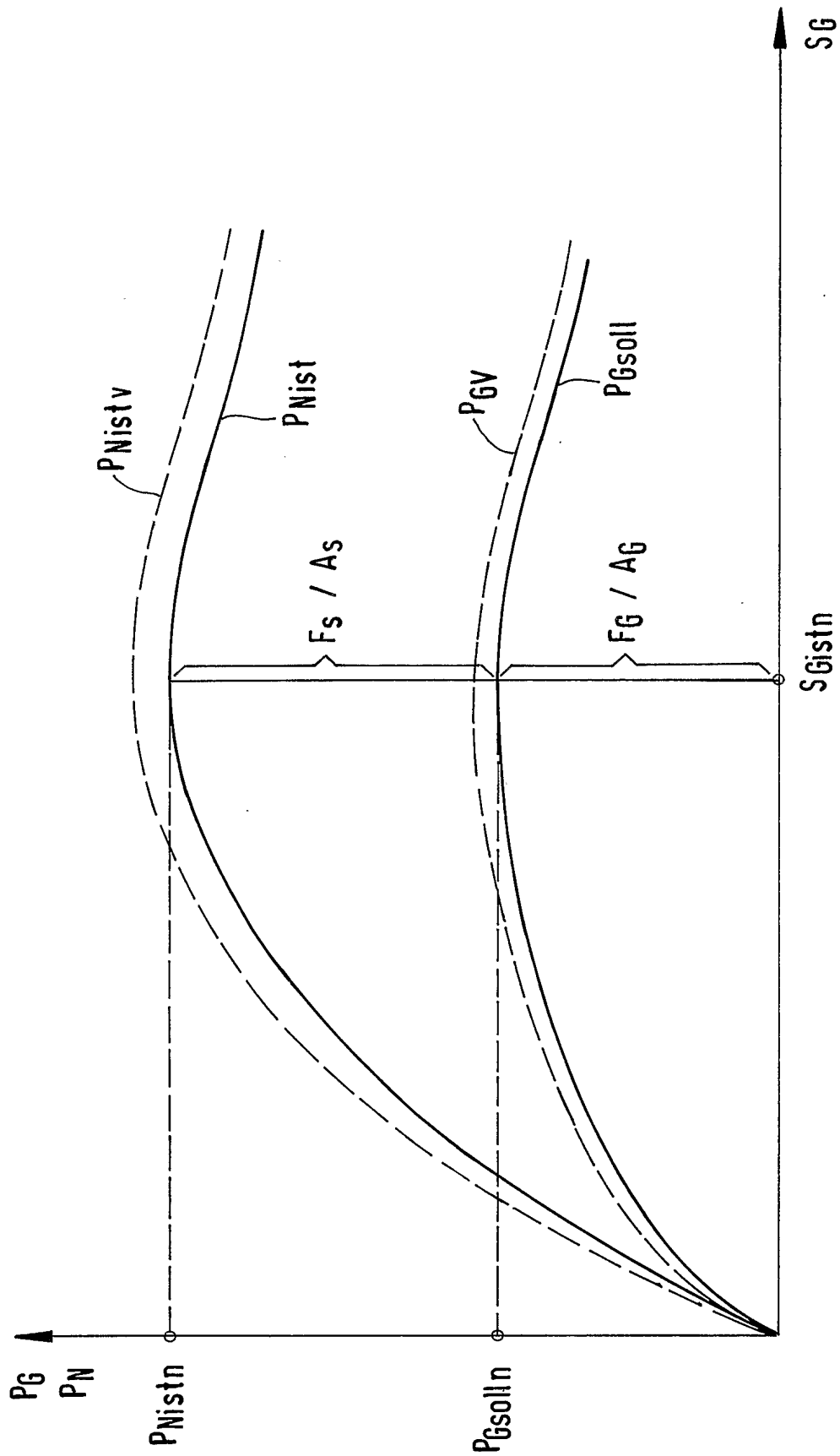


FIG. 6

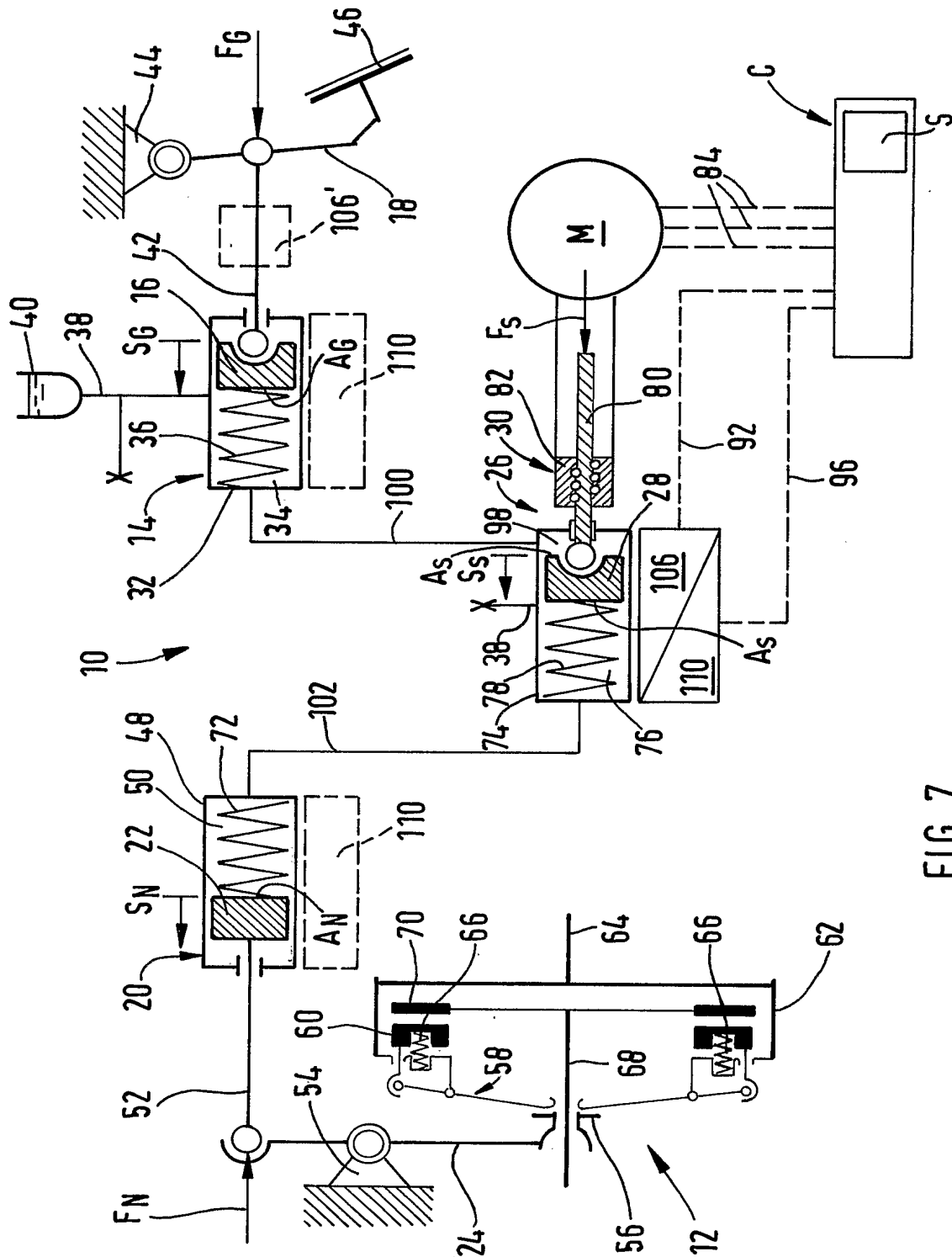


FIG. 7

6/7

FIG. 8

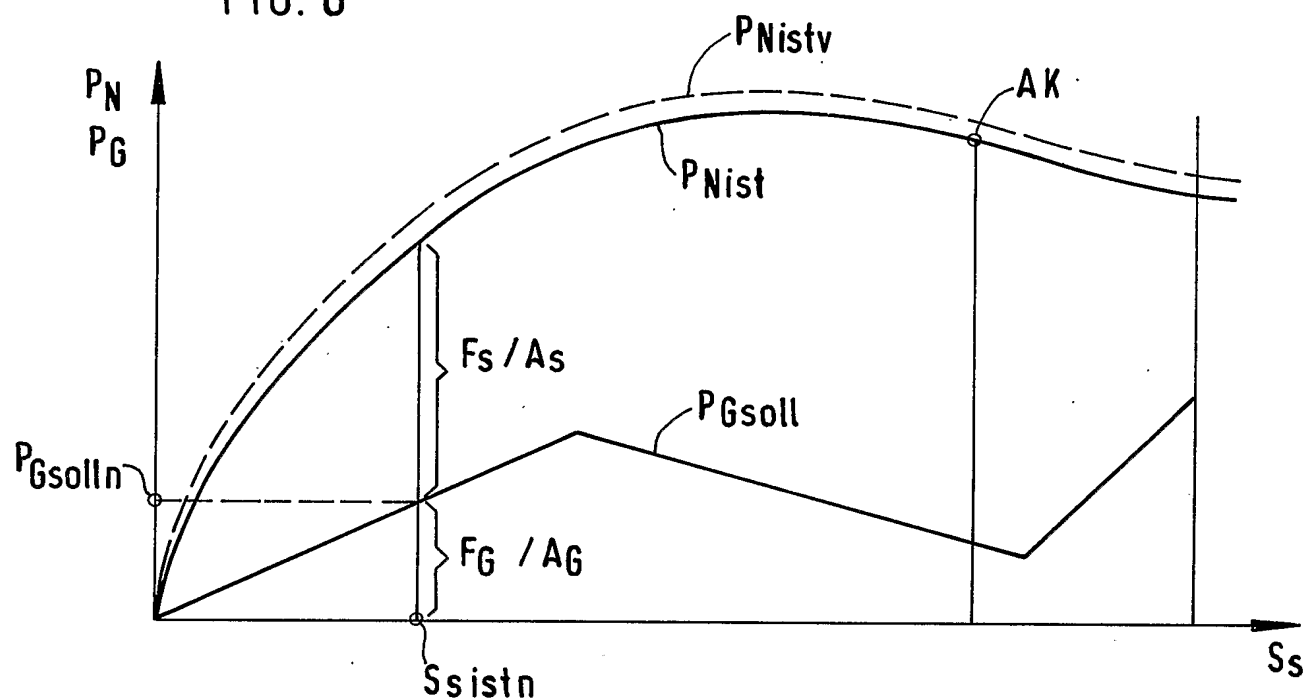
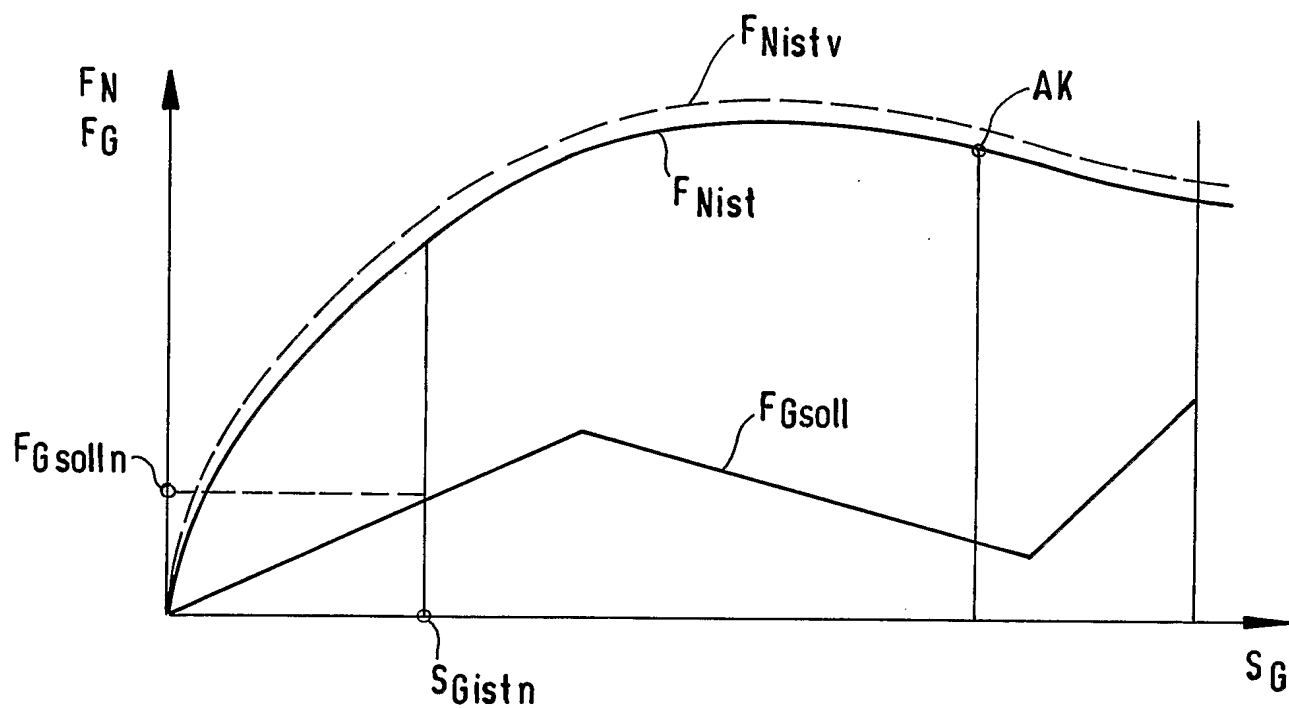


FIG. 10



7/7

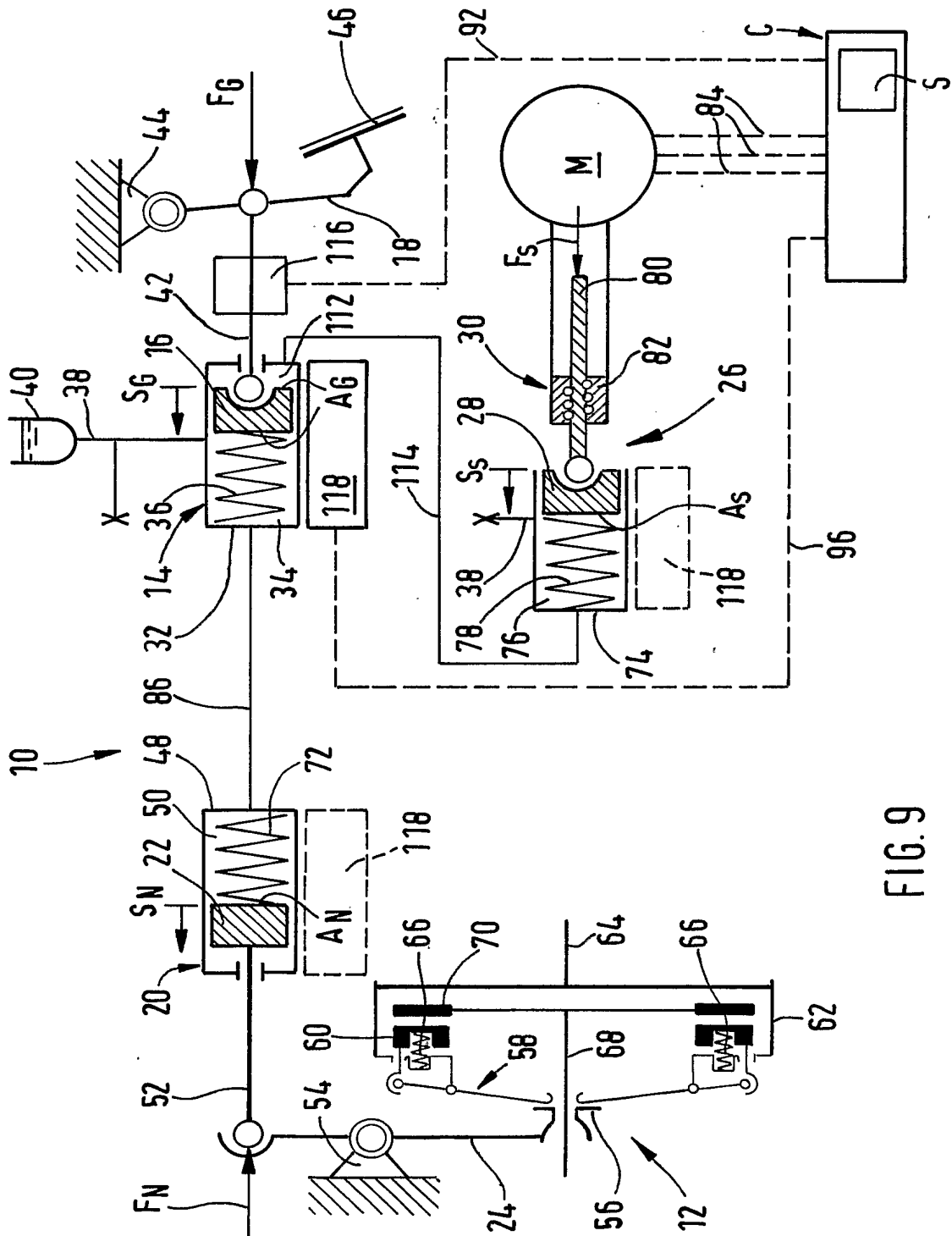


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/003081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16D48/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2005/047722 A (VALEO EMBRAYAGES; VILLATA, GINO; THERY, PASCAL) 26 May 2005 (2005-05-26) page 23 - page 24; claim 28; figures 1-4,12,14,16,18	1-3, 8-10,13, 14,16-19
X	EP 0 324 553 A (EATON CORPORATION) 19 July 1989 (1989-07-19) column 2, line 52 - column 3, line 29; figure 2	1,4,8, 13,16-19
X	GB 2 231 933 A (* ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG) 28 November 1990 (1990-11-28) figure 1	1,4,16, 18,19
E	EP 1 531 279 A (EISENBEIS, UWE) 18 May 2005 (2005-05-18) figures 1-7	1,4,16, 18,19



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2005

Date of mailing of the international search report

22/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

García y Garmendia A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/003081

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 2005047722	A	26-05-2005	FR	2862114 A1	13-05-2005
			WO	2005047722 A1	26-05-2005
EP 0324553	A	19-07-1989	BR	8900174 A	12-09-1989
			DE	68900130 D1	08-08-1991
			EP	0324553 A1	19-07-1989
			JP	1216124 A	30-08-1989
			JP	2714680 B2	16-02-1998
GB 2231933	A	28-11-1990	DE	4015286 A1	22-11-1990
			SE	468936 B	19-04-1993
			SE	9001771 A	19-11-1990
EP 1531279	A	18-05-2005	EP	1531279 A1	18-05-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16D48/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 2005/047722 A (VALEO EMBRAYAGES; VILLATA, GINO; THERY, PASCAL) 26. Mai 2005 (2005-05-26) Seite 23 - Seite 24; Anspruch 28; Abbildungen 1-4,12,14,16,18	1-3, 8-10,13, 14,16-19
X	EP 0 324 553 A (EATON CORPORATION) 19. Juli 1989 (1989-07-19) Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 29; Abbildung 2	1,4,8, 13,16-19
X	GB 2 231 933 A (* ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG) 28. November 1990 (1990-11-28) Abbildung 1	1,4,16, 18,19
E	EP 1 531 279 A (EISENBEIS, UWE) 18. Mai 2005 (2005-05-18) Abbildungen 1-7	1,4,16, 18,19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/08/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

García y Garmendia A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/003081

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2005047722	A	26-05-2005	FR	2862114	A1		13-05-2005	
			WO	2005047722	A1		26-05-2005	
EP 0324553	A	19-07-1989	BR	8900174	A		12-09-1989	
			DE	68900130	D1		08-08-1991	
			EP	0324553	A1		19-07-1989	
			JP	1216124	A		30-08-1989	
			JP	2714680	B2		16-02-1998	
GB 2231933	A	28-11-1990	DE	4015286	A1		22-11-1990	
			SE	468936	B		19-04-1993	
			SE	9001771	A		19-11-1990	
EP 1531279	A	18-05-2005	EP	1531279	A1		18-05-2005	